ผลของการบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง

นางสาว เพ็ญพักตร์ หนูผุด

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
หลักสูตรสาขาวิชาเวชศาสตร์การกีฬา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-332-963-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THE EFFECTS OF ISOMETRIC TRUNK MUSCLE EXERCISES ON TRUNK MUSCLE STRENGTH AND PHYSIQUE

Miss Penpak Noopoot

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Sports Medicine
Program of Sports Medicine
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-332-963-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง
โดย	นางสาว เพ็ญพักตร์ หนูผุด
สาขาวิชา	เวชศาสตร์การกีฬา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ศาสตราจารย์ ดร. ราตรี สุดทรวง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์แพทย์หญิง อารีรัตน์ อนันต์นนท์ศักดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์นายแพทย์ ประสงค์ ศิริวิริยะกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. ราตรี สุดทรวง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์แพทย์หญิง อารีรัตน์ อนันต์นนท์ศักดิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์ พงค์ศักดิ์ ยุกตะนันทน์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เพ็ญพักตร์ หนูผุด : ผลของการ บริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง (THE EFFECTS OF ISOMETRIC TRUNK MUSCLE EXERCISES ON TRUNK MUSCLE STRENGTH AND PHYSIQUE) อ. ที่ปรึกษา : ศ. ดร. ราตรี สุดทรวง, อ. ที่ปรึกษาร่วม : อ.พ.ญ. อารีรัตน์ อนันต์นนท์ศักดิ์ ; 94หน้า. ISBN 974-332-963-3

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก (trunk muscle isometric exercise) ต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง ศึกษาในบุคลากรหญิงของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ จำนวน 30 คน อายุระหว่าง 25-40 ปี ที่มีค่าดัชนีมวลกาย (body mass index) ไม่เกิน 25 ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อนในช่วง 6 เดือนก่อนเข้าโปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกที่ประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลัง ทดสอบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวกลุ่มงอลำตัว (trunk flexor) และกลุ่มเหยียดลำตัว (trunk extensor) ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก(isometric) และไอโซคิเนติค (isokinetic) โดยบันทึกค่าแรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุมขณะกล้ามเนื้อหดตัวอยู่กับที่ (peak isometric torque) ที่ 0 องศาและ 30 องศา ค่าแรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุมขณะกล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วคงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว (peak isokinetic torque) ที่ความเร็ว 60 องศาและ 120 องศาต่อวินาที วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง (suprailiac) ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังกับบริเวณใต้ท้องแขน (triceps) ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลัง รวมทั้งขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพกก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 นำผลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว (one-way repeated measurement) โดยกำหนดความมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เพื่อศึกษาผลความแตกต่างจากการฝึก ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 หากพบว่ามีความแตกต่างก็จะทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้วิธีของตูกี (เอ) [Tukey (a)]

การศึกษาครั้งนี้ พบว่าประชากรที่สามารถเข้ารับการฝึกตามโปรแกรมได้ตลอด 8 สัปดาห์มี 27 คน ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกและไอโซคิเนติคทุกการทดสอบเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการฝึก 2 สัปดาห์และสามารถเพิ่มความแข็งแรงได้ตลอดช่วงที่มีการฝึก 8 สัปดาห์ ($p<0.05$) จากผลความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง และขนาดเส้นรอบวงของเอวซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการฝึก 2 สัปดาห์ และ 8 สัปดาห์ตามลำดับ ($p<0.05$) ส่วนขนาดเส้นรอบวงของสะโพกลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) หลังการฝึก 8 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด isometric สามารถปรับปรุงรูปร่างของผู้หญิงได้โดยไม่ทำให้ขนาดของกล้ามเนื้อใหญ่ขึ้นแต่จะทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงกระชับขึ้นและโปรแกรมนี้สามารถนำไปใช้สำหรับผู้ที่ต้องฝึกเพื่อป้องกันอาการปวดหลังและสามารถปรับปรุงท่วงท่าได้ด้วยตัวเอง

ภาควิชา ..... ลายมือชื่อนิสิต เพ็ญพักตร์ หนูผุด

สาขาวิชา เวชศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์

3971259630 : MAJOR SPORTS MEDICINE
KEY WORD: ISOMETIC TRUNK MUSCLE EXERCISES / SUBCUTANEOUS FAT / TRUNK MUSCLE STRENGTH / PHYSIQUE

PENPAK NOOPOOT : THE EFFECTS OF ISOMETRIC TRUNK MUSCLE EXERCISES ON TRUNK MUSCLE STRENGTH AND PHYSIQUE. THESIS ADVISOR: PROF. RATREE SUDSUANG, Ph.D. THESIS CO-ADVISOR: AREERAT ANANNONTSAK, M.D. 94 pp.
ISBN 974-332-963-3.

The objective of this research was to study the effect of isometric trunk muscles exercise program on trunk muscles strength and physique. Thirty women who are the staff of Chulalongkorn Hospital, aged 25-40 years old, body mass index (BMI) not higher than 25 kg/m^2 and not exercise for 6 months before enter this program were studied. This study analyzed the difference trunk flexor and extensor strength when do the isometric and isokinetic contraction before and after training at 2, 4, 6 and 8 weeks. The peak isometric torque at 0° and 30° and peak isokinetic torque at 60° and 120° per second were recorded. Skinfold measurement at suprailiac, the exercise area and triceps, the non-exercise area, together with hip circumference were measured. One-way repeated measurement was performed in all tests to study the difference between before and after training at 2, 4, 6, and 8 weeks. If the significant differences were found, the test would perform the coupling difference by Tukey (a) method. Twenty- seven population could continue this programe throughout 8 weeks. All of the tests of trunk flexor and extensor strength in isometric and isokinetic contraction increased significantly ($p<0.05$) after training at two weeks and the muscle strength increased throughout eight-weeks training. The skinfold thickness at suprailiac site and waist circumference the exercised area, decreased significantly ($p<0.05$) after two and eight weeks, respectively. Although hip circumference was decrease, it was not significantly after training for eight weeks ($p<0.05$). Conclusion, this trunk muscle isometric program can improve physique in women by increasing the fitness and firmness of muscle without muscle hypertrophy. And this program can also implement to the one who would like to prevent low back pain and to improve posture oneself.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา เวชศาสตร์การกีฬา ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รับเกียรติจาก ศ.ดร.ราตรี สุดทรวง อดีตหัวหน้าภาควิชาสรีรวิทยา เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิจัย และมีอาจารย์แพทย์หญิง อารีรัตน์ อนันต์นนท์ศักดิ์ อาจารย์ประจำภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู ที่ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ดีเยี่ยมให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และคอยเป็นกำลังใจด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยยังได้รับความอนุเคราะห์ในการสนับสนุนและอนุมัติให้ยืมเครื่องมือ อุปกรณ์ตลอดจนให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยครั้งนี้จาก

รศ.นพ. กระแส สุคนธมาน หัวหน้าภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู
นพ. อรรถฤทธิ์ ศฤงคไพบูลย์ อาจารย์พิเศษภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู
ผศ.นพ.สมพล สงวนรังศิริกุล อาจารย์ภาควิชาสรีรวิทยา

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากบุคคลกรหญิงในโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์จำนวน 30 คนที่เข้าร่วมศึกษาวิจัยครั้งนี้ และที่ขาดเสียมิได้คือกำลังใจจากคุณพ่อ คุณแม่ รวมทั้งพี่ๆ และเพื่อนๆ อันเป็นที่รักของผู้วิจัยทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด ซึ่งเป็นกำลังใจที่มีค่ายิ่ง

ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับจากคณาจารย์ทุกท่านและประทับใจกับกำลังใจที่ได้รับจากผู้ที่เป็นที่รักของผู้วิจัยทุกคนทั้งที่กล่าวถึงและที่ไม่ได้กล่าวถึง จึงใคร่ขอกล่าวคำขอบคุณสำหรับทุกท่านทุกคนไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ซ

สารบัญภาพ.....ฌ

บทที่

1. บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 คำถามการวิจัย.....2

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3

1.4 สมมุติฐานการวิจัย.....3

1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....4

1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย.....5

1.7 ข้อตกลงเบื้องต้น.....5

1.8 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....5

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....7

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....7

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....30

3. วิธีดำเนินการวิจัย.....36

3.1 ประชากรกลุ่มตัวอย่าง.....36

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....36

3.3 รูปแบบการวิจัย.....37

3.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....37

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....38

4. ผลการวิจัย.....39

5. สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะในการวิจัย.....67

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายการอ้างอิง.....77

ภาคผนวก.....79

ภาคผนวก ก.....79

ภาคผนวก ข.....80

ภาคผนวก ค..... 81

ภาคผนวก ง.....85

ภาคผนวก จ.....89

ภาคผนวก ฉ.....92

ประวัติผู้วิจัย.....94

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตำแหน่งและหน้าที่ของกล้ามเนื้อหน้าท้อง....8
2.2 ตำแหน่งและหน้าที่ของกล้ามเนื้อหลัง....9
4.1 ลักษณะสถานะภาพโดยทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง....39
4.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ 60 องศาต่อวินาที....40
4.3 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัว ชนิดไอโซคิเนติค ที่ 60 องศาต่อวินาที....41
4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ 60 องศาต่อวินาที....42
4.5 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัว ชนิดไอโซคิเนติค ที่ 60 องศาต่อวินาที....43
4.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ 120 องศาต่อวินาที....44
4.7 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัว ชนิดไอโซคิเนติค ที่ 120 องศาต่อวินาที....45
4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ 120 องศาต่อวินาที....46
4.9 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัว ชนิดไอโซคิเนติค ที่ 120 องศาต่อวินาที....47
4.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0 องศา....48

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.11 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัว ชนิดไอโซเมตริก ที่ 0 องศา....49
4.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0 องศา....50
4.13 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัว ชนิดไอโซเมตริก ที่ 0 องศา....51
4.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 30 องศา....52
4.15 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัว ชนิดไอโซเมตริก ที่ 30 องศา....53
4.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความแข็งแรง ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 30 องศา....54
4.17 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัว ชนิดไอโซเมตริก ที่ 30 องศา....55
4.18 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณหน้าท้อง....56
4.19 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง....57
4.20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำของความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณใต้ท้องแขน....58
4.21 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8ของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน....59
4.22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำขนาดเส้นรอบวงของเอว....60

ตารางที่ หน้า

4.23 ผลการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึก
สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ของขนาดเส้นรอบวงของเอว.....61
4.24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำขนาดเส้นรอบวงของสะโพก.....62

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว
ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซเมตริก....19
2.2 การทดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว
ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซโทนิค....20
2.3 การทดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว
ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค....21
2.4 แสดงโค้งของ torque, peak torque, work และ power....23
4.1 เปรียบเทียบค่า peak isokinetic torque ที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาที
ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว....63
4.2 เปรียบเทียบค่า peak isokinetic torque ที่ความเร็ว 120 องศาต่อวินาที
ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว....64
4.3 เปรียบเทียบค่า peak isometric torque ที่ 0 องศา
ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว....65
4.4 เปรียบเทียบค่า peak isometric torque ที่ 30 องศา
ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว....66

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (Background and Rationale)

เมื่ออายุมากขึ้น น้ำหนักร่างกายมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้น ถึงแม้จะรับประทานอาหารตามปกติ ทั้งนี้เพราะการใช้พลังงาน การเผาผลาญพลังงานของร่างกายขณะพัก (basal metabolic rate)น้อยลงและแนวโน้มในการออกกำลังกายรวมทั้งกิจวัตรประจำวันน้อยลงด้วย ซึ่งจะส่งผลให้มีไขมันสะสมในร่างกายมากขึ้น (Thomas, 1989)

ในวัยที่กำลังเจริญเติบโต แม้น้ำหนักตัวจะเพิ่มขึ้นแต่ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังค่อนข้างจะ น้อย เนื่องจากมีการเจริญเติบโตของกระดูกและกล้ามเนื้อ ส่วนไขมันจะถูกดึงไปใช้เป็นพลังงาน แต่เมื่ออายุประมาณ30ปีร่างกายจะย่างเข้าสู่วัยเสื่อม การเจริญเติบโตน้อยลง แต่การสะสมของไขมันใต้ผิวหนังอาจมีการเพิ่มขึ้นได้ง่ายถ้าไม่มีการควบคุมอาหารและการออกกำลังกายที่เหมาะสม(Robey,1982)

คนที่มีจำนวนเปอร์เซ็นต์ไขมันสะสมอยู่ในร่างกายเป็นจำนวนมากนั้น นอกจากจะทำให้กล้ามเนื้อหย่อนสมรรถภาพในการทำงานแล้วยังเป็นเหตุทำให้เกิดโรคอ้วนและโรคอื่นที่อันตราย เช่น ความดันโลหิตสูงและโรคหัวใจ เป็นต้น ทั้งยังทำให้บั่นทอนความสามารถในการปฏิบัติงานลงไป

การออกกำลังกายจะช่วยสร้างน้ำหนักที่ปลอดไขมัน(lean weight) และช่วยลดน้ำหนักไขมัน ซึ่งจะลดเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย น้ำหนักที่ลดไปคือส่วนของไขมัน แต่ส่วนที่เพิ่มขึ้นมาคือมวลของร่างกาย (body mass) ซึ่งประกอบด้วยกระดูกและกล้ามเนื้อ น้ำหนักกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นเกิดจากกล้ามเนื้อที่แข็งแรงและมีการขยายขนาดขึ้น (Jackson, 1986)

ฉนั้นบุคคลที่ขาดการออกกำลังกาย หรือไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำจะทำให้น้ำหนักของกล้ามเนื้อและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลดลง แต่จะมีน้ำหนักของไขมันและมีไขมันสะสมใต้ผิวหนังมากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวในกิจกรรมประจำวันน้อย นั่นคือ บริเวณหน้าท้อง (suprailiac) และบริเวณใต้ท้องแขน (triceps) โดยเฉพาะในผู้หญิง (Vivian และ Lisa, 1996) เพราะฉะนั้นบุคคลที่มีไขมันสะสมที่หน้าท้องมากเกินไปทำให้แลดูหน้าท้องยื่น นอกจากนี้กล้ามเนื้อหน้าท้องที่แข็งแรงน้อยลงทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างกล้ามเนื้อหน้าท้องซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่งอลำตัว (trunk flexor) กับกลุ่มกล้ามเนื้อหลังที่ทำหน้าที่กลุ่มเหยียดลำตัว(trunk extensor) และเมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะหน้าท้องยื่นนาน ๆ ทำให้กระดูกสันหลังบริเวณเอวแอ่นมากขึ้น (lordosis) เกิดแรงกดต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง ทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและเกิดอาการปวดหลังได้มากกว่าปกติ นอกจากนี้ยังทำให้รูปร่างและท่าทางไม่เหมาะสมดูไม่สง่างาม

ด้วยเหตุนี้บุคคลที่มีไขมันสะสมที่หน้าท้องมากเกินไปมักได้รับคำแนะนำให้ลดหน้าท้องโดยการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องท่าลุก-นั่ง (sit-up) ซึ่งสามารถฝึกได้ทั้งวิธีที่ทำให้กล้าม

เนื้อหดเกร็งอยู่กับที่(isometric exercise) (Mohr,1965) และให้กล้ามเนื้อหดตัวเปลี่ยนแปลงความยาวโดยแรงตึงตัวคงที่ (isotonic exercise) (Olson, 1968) จำนวนครั้งมากๆ ทุกวัน พบว่ามีหลายรายที่ประสบผลสำเร็จ ทำให้กล้ามเนื้อหน้าท้อง แข็งแรง ราบเรียบดูดีขึ้น ภายใต้สมมุติฐานที่ว่า การฝึกให้กล้ามเนื้อเฉพาะส่วนมีการออกกำลังมากขึ้น จะกระตุ้นให้ไขมันใต้ผิวหนังบริเวณที่ออกกำลังมีการเคลื่อนที่ดีขึ้นและพบว่าขนาดของเซลล์ไขมันบริเวณที่ออกกำลังจะเล็กกว่าบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลัง นอกจากนี้กล้ามเนื้อส่วนหน้าท้องจะแข็งแรงขึ้น กระชับมากขึ้นเป็นผลจากการออกกำลังกาย เฉพาะที่ (Katch, 1984)

แต่อย่างไรก็ตามยังมีรายงานอื่นที่พบว่า การออกกำลังกายเฉพาะที่ไม่สามารถลดไขมันเฉพาะส่วนที่ออกกำลังลงได้ (Gwinup, 1971) ปัจจุบันนี้ยังเป็นที่ถกเถียงกันว่า การบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนจะมีผลในการลดไขมันเฉพาะที่ได้จริงหรือไม่

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงให้ความสำคัญกับการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัว โดยการนำเอาท่าบริหารมาใช้ในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวให้กล้ามเนื้อหดเกร็งอยู่กับที่ หรือหดตัวชนิดไอโซเมตริก โดยเน้นท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลังที่มุมต่างกัน และเพิ่มความหนักขึ้นทุก 2 สัปดาห์ ซึ่งเป็นการฝึกอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้รับการเผยแพร่และได้รับการนิยมว่าเหมาะกับคนที่เริ่มการออกกำลังกายหรือต้องการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะที่ โดยมีจุดเด่นตรงที่เป็นการออกกำลังกายที่ใช้น้ำหนักตัวของตัวเองเป็นแรงต้าน เป็นการออกกำลังที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากสามารถฝึกที่ไหนก็ได้ เพราะไม่ต้องใช้อุปกรณ์มาช่วยในการฝึก มีโอกาสเกิดการบาดเจ็บได้น้อยกว่าการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซโทนิค และไอโซคิเนติค และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการป้องกันและบำบัดรักษาคนไข้ที่มีการบาดเจ็บเกี่ยวกับข้อต่อ สะโพก และหลัง เป็นการฟื้นฟูสมรรถภาพความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการฝึก (Arner และคณะ,1991) และเพื่อให้ได้ผลสูงสุดจึงต้องการศึกษาถึงความหนาของไขมันใต้ผิวหนังรวมทั้งขนาดเส้นรอบวงของร่างกายบริเวณที่ออกกำลังด้วย

คำถามการวิจัย (Research Questions)

1. โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° และ 30° ได้หรือไม่

2. โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคที่ความเร็ว 60° และ 120°ต่อวินาทีได้หรือไม่

3. โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องรวมทั้งขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพก ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังได้หรือไม่

4. โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวหลังการฝึก 2 สัปดาห์ได้หรือไม่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย (Objectives)

เพื่อศึกษาผลของการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง โดย

1. เปรียบเทียบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกที่ 0°และ 30°ก่อนและหลังการฝึก

2. เปรียบเทียบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคที่ความเร็ว 60°และ 120°ต่อวินาที ก่อนและหลังการฝึก

3. เปรียบเทียบผลความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณหน้าท้องและบริเวณใต้ท้องแขนก่อนและหลังการฝึก

4. เปรียบเทียบผลขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพกก่อนและหลังการฝึก

5. เพื่อศึกษาผลความก้าวหน้าของการให้โปรแกรมฝึกว่าจะมีผลเปลี่ยนแปลงความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวที่สัปดาห์ใดหลังการฝึก

สมมุติฐานการวิจัย (Hypothesis)

1. โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกที่ 0° และ 30°หลังการฝึก

2. ผลโดยอ้อมจากการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคที่ความเร็ว 60° และ 120°ต่อวินาทีได้หลังการฝึก

3. โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก มีผลต่อการลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง รวมทั้งขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพกหลังการฝึก

4. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวเพิ่มขึ้น หลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกผ่านไป 2 สัปดาห์

ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นบุคลากรหญิงของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ที่มีอายุระหว่าง 25-40 ปี มีดัชนีมวลกาย(body mass index) ไม่เกิน 25 และไม่เคยออกกำลังกายมาก่อนในช่วง 6 เดือนที่ผ่านมาเข้าร่วมโปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของกิจวัตรประจำวัน การรับประทานอาหารจากที่เคยทำอยู่ก่อนหน้าเข้าโปรแกรมฝึกและไม่ได้ออกกำลังกายหรือบริหารเพิ่มเติมจากโปรแกรมที่ให้ฝึก

2.การวิจัยนี้มุ่งศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกที่ 0°และ30° และขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 60° และ 120°ต่อวินาที ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องและบริเวณใต้ท้องแขน ขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพกซึ่งเป็นผลจากการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวตามโปรแกรมการบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด ไอโซเมตริก ที่มีผู้วิจัยกำหนดขึ้น

3. ตัวแปรที่ต้องการศึกษา

3.1 ตัวแปรอิสระ (independent variable) คือ โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นโดยมี 4 ท่าบริหาร กำหนดความหนักของงานดังนี้

สัปดาห์ที่	1-2	ฝึกท่าละ 2 ชุด ๆ ละ	10	ครั้ง ๆละ 5 วินาที	พัก 10	วินาที
	3-4	"	10	ครั้ง ๆละ 5 วินาที	พัก 5	วินาที
	5-6	"	15	ครั้ง ๆละ10 วินาที	พัก 10	วินาที
	7-8	"	15	ครั้ง ๆละ10 วินาที	พัก 5	วินาที

3.2 ตัวแปรตาม (dependent variables)

3.2.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° กับ 30°

3.2.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 60° และ 120°ต่อวินาที

3.2.3 ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องและใต้ท้องแขน

3.2.4 ขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพก

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย 8 สัปดาห์ โดยฝึกสัปดาห์ละ 5 วัน ๆ ละ 25 นาที โดยทำการฝึกในวันจันทร์-ศุกร์ ช่วงเวลาระหว่าง 7.00-7.25 น.

ทองคุณหงส์ สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อจำกัดในการวิจัย (Limitations)

1. ผู้วิจัยไม่สามารถควบคุมผู้รับการทดลองในเรื่องการพักผ่อน อารมณ์ในระหว่างการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัว แต่มีการควบคุมน้ำหนักตัวไม่ให้เพิ่มขึ้น หรือลดลงเกิน 2 กิโลกรัม

2. การทดสอบผลการเปลี่ยนแปลงจากการฝึกบริหารกล้ามลำตัววันสุดท้ายของการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 อาจไม่ตรงตามวันที่กำหนด แต่จะไม่ให้คลาดเคลื่อนเกิน 3 วัน

ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions)

1. อาสาสมัครทุกคนมีความตั้งใจในการฝึกอย่างสม่ำเสมอ

2. การเก็บข้อมูลทุกครั้งทำโดยนักวิจัยชุดเดียวกัน และการชั่งน้ำหนักวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพก ทำการวัดก่อนรับประทานอาหารเช้าหลังจากถ่ายอุจจาระเรียบร้อยแล้ว

3. ทำการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวต่อเนื่องทุกวันโดยให้อาสาสมัครฝึกที่ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์พร้อมกันโดยมีผู้วิจัยเป็นผู้นำการฝึกบริหารกล้ามเนื้อทุกครั้ง

4. อาสาสมัครทุกคนรับประทานอาหารและปฏิบัติงานอย่างที่เคยทำอยู่ก่อนหน้านี้ โดยไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงกิจวัตรประจำวันหรือไม่ได้อยู่ในช่วงที่ทำการควบคุมอาหาร หรืองดอาหาร

5. อาสาสมัครทุกคนไม่ได้ออกกำลังกายหรือบริหารเพิ่มเติมจากโปรแกรมที่ให้ทำในการทดลองนี้

คำนิยามเชิงปฏิบัติการในการวิจัย (Operational Definition)

การบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก (trunk muscle isometric exercise) หมายถึง การบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องร่วมกับกล้ามเนื้อหลังโดยให้กล้ามเนื้อหดเกร็งอยู่กับที่ โดยความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง

กล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว (trunk flexor) หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อหน้าท้องซึ่งทำหน้าที่งอลำตัว

กล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว(trunk extensor) หมายถึง กลุ่มกล้ามเนื้อหลังซึ่งทำหน้าที่เหยียดลำตัว

isometric peak torque หมายถึง แรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุมขณะกล้ามเนื้อหดตัวเกร็งอยู่กับที่ โดยที่ความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง

isokinetic peak torque หมายถึง แรงสูงสุดที่กระทำในเชิงมุมขณะกล้ามเนื้อหดตัวมีการเปลี่ยนแปลงความยาวของกล้ามเนื้อ ด้วยความเร็วคงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว

ดัชนีมวลกาย [body mass index (BMI)] หมายถึง น้ำหนักร่างกายหารด้วยความสูงยกกำลังสอง (kg/m^2) เป็นวิธีหนึ่งซึ่งใช้วัดไขมันในร่างกายได้อย่างคร่าวๆ ซึ่งค่าปกติของชายและหญิงอยู่ระหว่าง 20-25 (kg/m^2) (Thomas และ Rowland,1996)

ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (thickness of subcutaneous fat) หมายถึง ปริมาณความหนาของไขมันใต้ผิวหนังในที่นี้จะศึกษาบริเวณหน้าท้องที่ตำแหน่งเอวเหนือสะโพก (subrailiac) และบริเวณบริเวณแขนท่อนบนด้านหลัง (triceps) มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (Vivian และLisa, 1996)

ขนาดเส้นรอบวง (girth) หมายถึง เส้นรอบวงของร่างกายส่วนต่างๆ ในที่นี้จะศึกษาส่วนเอวคือ บริเวณเหนือสะดือที่คอดเล็กที่สุดใช้ประเมินสัดส่วนของร่างกายและส่วนของสะโพกคือบริเวณที่กว้างที่สุดของกระดูกเชิงกราน มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Benefits and Applications)

1. เพื่อทราบข้อเท็จจริงถึงการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจาก การฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด ไอโซเมตริก ที่มีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพกซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้ในการออกกำลังกาย

2. นำผลจากการวิจัยไปเป็นแนวทางในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะที่ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ขนาดเส้นรอบวงบริเวณที่ออกกำลังกายได้

3. นำโปรแกรมการฝึกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นไปใช้ประโยชน์ในคนไข้ที่มีอาการปวดหลังเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อให้มีการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันที่ดีขึ้น เมื่อทราบว่าผลการฝึกบริหารกล้ามเนื้อชนิด ไอโซเมตริก สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะหดตัวชนิดไอโซคิเนติคด้วย และเมื่อได้คำตอบว่าต้องฝึกเป็นระยะเวลานานเท่าใดกล้ามเนื้อจึงจะแข็งแรงขึ้น

4. สามารถนำโปรแกรมครั้งนี้ไปฝึก เพื่อให้เกิดผลดีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน

คนทั่วไปที่ขาดการออกกำลังกาย พบว่ามักจะมีหน้าท้องยื่นออกมามากนั้น แสดงให้เห็นว่าไขมันส่วนเกินจากการรับประทานอาหารเข้าไปมีการตกค้างสะสมใต้ผิวหนังมาก โดยเฉพาะบริเวณหน้าท้องเป็นเหตุให้กล้ามเนื้อหน้าท้องแข็งแรงน้อยลง ส่งผลให้กระดูกสันหลังส่วนเอว (lumbar vertebra) แอ่นมาข้างหน้ามากยิ่งขึ้น ดังนั้นเพื่อรักษาสมดุลของร่างกายเมื่อกล้ามเนื้อหน้าท้องแข็งแรงน้อยลง กล้ามเนื้อหลังต้องทำงานมากยิ่งขึ้น เพื่อพยุงกระดูกสันหลังทำให้แรงดึงของกล้ามเนื้อหลังเพิ่มขึ้นเกิดการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ(Paulchek, 1993) อีกประการหนึ่งคือ เมื่อร่างกายเสียรูปร่างที่ดีไปแล้วปัญหาที่มักจะเกิดขึ้นตามมา คือการที่เนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อขาดความกระชับหรือหย่อนยาน (Paulchek, 1993) คือจุดมุ่งหมายของโปรแกรมการบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่ได้รับความสนใจ เพื่อกระชับกล้ามเนื้อทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงขึ้นและเพื่อให้ได้ผลสูงสุด คนส่วนใหญ่ต้องการขจัดไขมันส่วนเกินออกไปด้วย เพราะในปัจจุบันรูปร่างที่ได้สัดส่วน หน้าท้องแบนราบ คือสิ่งที่จะบอกให้รู้ถึงความอ่อนวัย การมีสุขภาพสมบูรณ์ ความกระฉับกระเฉง รวมไปถึงการมีบุคลิกภาพที่ดูดี

คนส่วนใหญ่ไม่รู้จักวิธีบริหารร่างกายที่เหมาะสมรวมทั้งการรักษารูปร่างให้สมส่วนอยู่เสมอ ถึงแม้จะทราบกันดีอยู่แล้วว่าการกำจัดปริมาณอาหารร่วมกับการออกกำลังกายอย่างต่อเนื่องชนิดใช้ออกซิเจน (aerobic exercise) เช่น การเดิน วิ่ง หรือเต้นแอโรบิคอย่างสม่ำเสมอสามารถลดน้ำหนักลงได้ แต่หน้าท้องก็อาจจะยังยื่นและหย่อนยานอยู่ ด้วยเหตุที่กล้ามเนื้อหน้าท้องไม่ได้รับการปรับปรุงนั่นเอง ดังนั้นการออกกำลังกายเฉพาะส่วนจึงเป็นการออกกำลังกายที่ได้รับความสนใจเพื่อลดสัดส่วนของร่างกาย ซึ่งการบริหารเฉพาะส่วนคือ การกระชับกล้ามเนื้อไม่ใช่ "การลดความอ้วนเฉพาะที่" เพราะการบริหารร่างกายส่วนหนึ่งจะไม่สามารถลดน้ำหนักตัวหรือลดไขมันในบริเวณนั้นได้ แต่การบริหารสามารถเปลี่ยนรูปร่างของร่างกายส่วนนั้นโดยการกระชับกล้ามเนื้อให้ดีขึ้นและช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณที่ออกกำลังได้ (Thomas, 1986)

การบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนหน้าท้องเป็นผลดีต่อกล้ามเนื้อหลังด้วย เนื่องจากกล้ามเนื้อหน้าท้องจะทำงานร่วมกับกล้ามเนื้อหลัง โดยขณะที่กล้ามเนื้อหน้าท้องหดตัว กล้ามเนื้อหลังก็จะถูกยืดเหยียดออกเพื่อช่วยพยุงกระดูกสันหลังให้การเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นไปได้อย่างเหมาะสมทุกอิริยาบถ (Joseps, 1995) ดังนั้นเมื่อบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องก็จะช่วยให้กล้ามเนื้อหลังถูกพัฒนาขึ้นด้วยจากการถูกยืด ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่า โปรแกรมที่ดีที่จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวในคนที่มีกล้ามเนื้อหน้าท้องอ่อนแอนั้น จะต้องประกอบ

ด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องเป็นหลักและให้มีท่าบริหารกล้ามเนื้อหลังร่วมด้วย เพื่อรักษาความสมดุลของกล้ามเนื้อลำตัวทั้งกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ซึ่งกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลังแต่ละมัดก็มีบทบาทและหน้าที่ในการรักษาสมดุลของลำตัวดังแสดงในตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

ตารางที่2.1แสดงตำแหน่งและหน้าที่ของกล้ามเนื้อหน้าท้อง (functional of abdominal muscle) มีดังนี้ (Peaulchek , 1993)

กล้ามเนื้อ	Origin	Insertion	Function
1. External Oblique	External surfaces of lower 8 ribs	Lower insert into the anterior half of outer lip of the iliac crest, the wide aponeurosis of anterior abs wall	ทำให้กระดูกเชิงกรานเอียงไปด้านหลังและลำตัวก้มมาด้านหน้า
2. Internal Oblique	Lumbar fascia, 2/3 anterior of iliac crest, 2/3 lateral of inguinal ligament	Ribs 9-12, linea alba	ถ้าหดตัวทั้งสองข้างลำตัวงอมาข้างหน้า ถ้าหดตัวข้างเดียวลำตัวจะเอียงมาข้าง ๆ และหมุนลำตัวข้างนั้นไปข้างหน้า, ถ้าหมุนลำตัวมาทางขวาจะเกิดจาการทำงานของ Rt. Int. Oblique ร่วมกับ Lt. Ext. Oblique
3. Rectus Abdominus	Public symphysis, Crest of publis	Costal cartilages of ribs 5-7, xyphoid process	ทำให้ลำตัวงอมาข้างหน้า หมุนข้อสะโพกไปข้างหลัง ช่วยเพิ่มแรงดันภายในช่องท้องและเพิ่มแรงในการหายใจออก
4. Transverse Abdominus	Inernal surface of costal cartilages 7-12, thoraco-lubar fascia, iliac crest	Linea alba	เพิ่มความดันในช่องท้องและช่วยเพิ่มแรงเหยียดหลังในท่าก้ม
5. Quadratus Lumbolum	Illiac crest	Rib 12, transverse processes of lumbar vertebra	ช่วยกล้ามเนื้อ Erector spinae ในการกลุ่มเหยียดลำตัวขณะยืนหรือนั่ง ถ้าหดตัวข้างเดียวจะทำให้ลำตัวงอ

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) แสดงตำแหน่งและหน้าที่ของกล้ามเนื้อหน้าท้อง (functional of abdominal muscle) มีดังนี้ (Peaulchek , 1993)

กล้ามเนื้อ	Origin	Insertion	Function
6. Psoas	Transverse process of lumbar vertebra	Lesser trochanter of femur	ทำให้การงอของลำตัว ถ้าหดตัวข้างเดียวทำให้มีการงอด้านข้างบริเวณเอว

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งและหน้าที่ของกล้ามเนื้อหลัง (functional of back muscle and associated muscle) (Peaulchek, 1994)

กล้ามเนื้อ	Origin	Insertion	Action
1. TRANSVERSO-SPINALIS GROUP			
• Rotators	Transverse processes Processes of all Vertebral	Spinous processes of all vertebra	ทำให้กระดูกสันหลังเหยียดและหมุนกระดูกสันหลังด้านตรงกันข้าม
• Interspinals	Inferior surfaces of spinous processes of C2-T3 และ T11-S1	Superior surface of the spinous process that below the origin vertebra, C3-T4, T12-S2	ทำให้กระดูกสันหลังเหยียดเป็นแนวโค้ง
• Intertransversarii	Tranaverse process of cervical, lum, T1-2, T11-12	Directly on vertibral above origin	ทำให้กระดูกสันหลังงอมาด้านข้าง
• Multifidus	Sacrum, posterior superior iliac spine, transverse processes of all vertibra up to C4	Spinous processes of all vertebrae, Inserting 2 to 4 Vertebra above Origin	ถ้ามีการหดตัวทั้งสองข้างทำให้กระดูกสันหลังเหยียด ถ้ามีการหดตัวข้างเดียวทำให้กระดูกสันหลังหมุนไปด้านตรงกันข้าม

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) แสดงตำแหน่งและหน้าที่ของกล้ามเนื้อหลัง (functional of back muscle and associated muscle) (Peaulchek, 1994)

กล้ามเนื้อ	Origin	Insertion	Function
• Semispinalis	By fascia from the mamilary process of S1,L5L2	Thoracic & Cervical spinous process, Occiuput	ถ้ามีการหดตัวทั้งสองข้าง ทำให้กระดูกสันหลังเหยียด ถ้ามีการหดตัวข้างเดียวทำให้กระดูกสันหลังหมุนไปด้านตรงกันข้าม
2. ERECTOR SPINAE GROUP			
• Spinalis	Spinous process of T11-L2	Tips of spinous processes of T1-T9	ถ้ามีการหดตัวทั้งสองข้าง ทำให้กระดูกสันหลังเหยียด ถ้ามีการหดตัวข้างเดียวทำให้กระดูกสันหลังงอเอียงมาด้านตรงกันข้าม
• Longissimus	Thoracolumbar aponeurosis, lumbar and thoracic transverse processes	Cervical& thoracic transverse processes	ถ้ามีการหดตัวทั้งสองข้าง ทำให้กระดูกสันหลังเหยียด ถ้ามีการหดตัวข้างเดียวทำให้ลำตัวเอียงมาด้านข้าง
• Iliocostalis	Thoracolumbar aponeurosis, anterior lateral aspect of the posterior superior iliacspine& posterior aspect of ribs 3-12	Posterior tubercles of transverse processes C3-6 & ribs 11-1	ถ้ามีการหดตัวทั้งสองข้าง ทำให้กระดูกสันหลังเหยียด ถ้ามีการหดตัวข้างเดียวทำให้ลำตัวเอียงมาด้านข้าง

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) แสดงตำแหน่งและหน้าที่ของกล้ามเนื้อหลัง (functional of back muscle and associated muscle) (Peaulchek, 1994)

กล้ามเนื้อ	Origin	Insertion	Function
3. ILIOPSOAS	Anterior aspect of lumbar vertebar, anterior lumbar transverse processes & lumbar discs	Lesseer trochanter of femur	ทำต้นขาให้มีการงอและหมุนไปด้านข้าง ถ้าหดตัวทั้งสองข้างจะทำลำตัวงอ ถ้าหดตัวข้างเดียวทำให้ลำตัวและกระดูกเชิงกรานหมุนมาด้านตรงกันข้าม
4. QUADRATUS LUMBORUM	Posterior illiac crest	Rib 12 transverse processes of lumbar vertebrae	ทำให้ลำตัวเอียงมาด้านข้าง ในขณะที่กระดูกเชิงกรานไม่มีการเคลื่อนไหว
5. LATISSIMUS DORSI	Thoracolumbar aponeurosis from T7 to iliac crest, Lower 3 or 4 ribs, the inferior angle of the scapula	Bicipital grove of humerus and crest of the lesser tubercle	ทำให้กระดูกต้นแขนเหยียด หมุนเข้าหาตัว และหุบต้นแขนลง

ดังนั้นถ้ากล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวกับกลุ่มเหยียดลำตัว ไม่สมดุลกันก็จะทำให้เกิดผลเสียที่ตามมาคือลักษระท่าที่ผิดปกติที่พบได้เสมอคือ คอยื่นออกมาด้านหน้า ไหล่ห่อ หลังแอ่น ซึ่งเกิดจากการมีกล้ามเนื้อหน้าท้องไม่แข็งแรงจึงไม่สามารถพยุงน้ำหนักของท้องและไม่สามารถจัดให้กระดูกเชิงกรานอยู่ในแนวปกติได้ ยิ่งในบุคคลที่มีหน้าท้องยื่น เนื่องจากมีไขมันส่วนเกินสะสมบริเวณหน้าท้องมาก จะยิ่งมีแรงดึงจากน้ำหนักตัวทำให้กระดูกสันหลังบริเวณเอวแอ่นมากขึ้น เกิดแรงกดต่อหมอนรองกระดูกสูง ซึ่งจะทำให้มีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและเกิดอาการปวดหลังได้มากกว่าคนปกติ (Paulchek , 1994) ดังนั้นการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวจึงต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัวให้สมดุลกันเพื่อลักษณะท่าเหมาะสมป้องกันอาการปวดหลัง และเพื่อให้กล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้องได้รับการปรับปรุงให้กระชับขึ้นซึ่งที่ผ่านมามีท่าบริหารที่ผู้วิจัยและผู้ที่ให้

โปรแกรมฝึกแนะนำให้ใช้เพื่อฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลังโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซเมตริก ซึ่งรวบรวมโดย Paulchek ปี 1994 แต่ละท่ามีจุดเด่นแตกต่างกันออกไปและสามารถแยกบริหารกล้ามเนื้อแต่ละส่วนได้ ดังต่อไปนี้

1. ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่าง (lower abdominal training)ใช้ฝึกกล้ามเนื้อ quadratus lumbolum, transverse abdominal และ iliopsoas ประกอบด้วยท่าบริหารดังต่อไปนี้

1.1 supine pelvic tilt

ลักษณะของท่า : นอนหงายชันเข่าทั้ง 2 ข้าง แขนทั้งสองข้างวางไว้ข้างลำตัวเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้องและก้นย้อยกดปั้นเอวลงบนที่นอนเกร็งค้างไว้ ขณะที่ค้างแรงกดนั้นต้องหายใจเข้าออกลึก ๆ แล้วจึงผ่อนคลายกล้ามเนื้อและทำซ้ำ

1.2 supine pelvic tilt-one leg supporting

ลักษณะของท่า : นอนหงาย ชันเข่าทั้ง 2 ข้าง วางมือหนุนไว้ใต้กระดูกสันหลังบริเวณเอวจากนั้นยกขาขึ้นข้างหนึ่งให้เข่าชี้ตรงขึ้นเพดาน โดยออกแรงเกร็งให้หลังต้านกับมือสลับขา

1.3 supine pelvic tilt-double lowering

ลักษณะของท่า : นอนหงายวางมือทั้ง 2 ข้างไว้ใต้เอว ชันเข่ายกเท้าลอยจากพื้นทั้งสองข้าง โดยออกแรงเกร็งให้หลังกดต้านกับมือ เพิ่มความยากให้กับท่านี้ได้เมื่อความแข็งแรงเพิ่มขึ้นโดยเพิ่มมุมของเข่าเป็น 90 องศา แขนเหยียดวางราบเหนือศีรษะหรือเหยียดขาตึง

1.4 supine pelvic tilt-knee ups

ลักษณะของท่า : นอนหงาย ชันเข่าทำมุม 90 องศากับข้อสะโพกเท้าลอยจากพื้นทั้ง 2 ข้าง มือวางเอาไว้ใต้ศีรษะออกแรงเกร็งหน้าท้องหลังกดกับพื้น เข่าชี้ขึ้นเพดาน

1.5 reverse crunch on horizontal plane progressing to incline

ลักษณะของท่า : นอนหงายชันเข่างอสะโพกจนเข่าชิดหน้าอก แขนวางราบเหนือศีรษะ โดยให้ออกแรงที่กล้ามเนื้อหน้าท้องให้ยกสะโพกขึ้นทำมุมกับพื้นประมาณ 30 องศา จนกล้ามเนื้อหน้าท้องหดตัวเต็มที่

การบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่างท่า 1.1-1.3 จะช่วยพัฒนาความสามารถในการประสานการทำงานระหว่างกล้ามเนื้อให้ดีขึ้น และในขณะเดียวกันก็ช่วยกล้ามเนื้อมีความแข็งแรงอย่างน้อย 25 เปอร์เซ็นต์ (Paulchek,1993) ซึ่งท่าบริหารที่กล่าวมาทั้งหมดข้างต้น เป็นท่าที่เหมาะกับผู้ที่มีกล้ามเนื้อหน้าท้องยังไม่แข็งแรงหรือยังมีความสามารถในการประสานการทำงานระหว่างกล้ามเนื้อยังไม่ดีพอ จึงไม่ควรอย่างยิ่งที่จะใช้ท่าที่กล้ามเนื้อ iliopsoas ออกแรงร่วมขณะที่มีการออกกำลังกล้ามเนื้อหน้าท้อง นั่นคือ ควรจะใช้ท่าที่งอเข่าทั้งสองข้างเพื่อลดการทำงานของกล้ามเนื้อ iliopsoas (Paulchek,1993)

1.6 hanging reverse crunch

ลักษณะของท่า : ใช้มือ 2 ข้างโหนบาร์และห้อยตัวลงมา งอขาขึ้นให้สะโพกทำมุมประมาณ 90 องศา เพื่อขจัดการทำงานของกล้ามเนื้อ iliopsoas ออกแรงที่กล้ามเนื้อหน้าท้อง

ให้ยกสะโพกขึ้นจนกล้ามเนื้อหน้าท้องหดตัวเต็มที่การออกกำลังท่านี้จะช่วยพัฒนาความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่างถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่ท่านี้เหมาะสำหรับผู้ที่ได้ผ่านการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมาเป็นอย่างดีเท่านั้น

2.ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องที่มีแนวเฉียง (oblique abdominal training) ใช้ฝึกกล้ามเนื้อ internal oblique กับ external oblique ประกอบด้วยท่าบริหารดังนี้

2.1 cross crunch

ลักษณะของท่า : นอนหงาย ชันเข่า เท้าราบกับพื้น มือทั้งสองประสานกันไว้หลังศีรษะ ออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้องเกร็งตัวลุกขึ้น โดยเอี้ยวลำตัวให้ข้อศอกข้างขวาไปแตะกับเข่าซ้าย กลับสู่ท่าเดิมทำสลับกัน โดยให้ข้อศอกซ้ายไปแตะกับเข่าข้างขวา
เหมาะกับผู้ที่เริ่มฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้อง

2.2 the side sit-up

ลักษณะของท่า : นอนตะแคงข้างใดข้างหนึ่งบนอุปกรณ์ที่มีหมอนหนุนที่สะโพกและที่ล็อคขา ใช้มือทั้ง 2 ข้างประสานกันไว้หลังท้ายทอยจากนั้นยกตัวขึ้นท่านี้จะทำให้กล้ามเนื้อ internal external obliques และ quadratus lumborum หดตัวเหมาะกับผู้ที่ฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมาเป็นอย่างดีแล้ว

2.3 cross crunch with pelvic counter rotation

ลักษณะของท่า : นอนหงายมือทั้งสองข้างเอาไว้ใต้ศีรษะชันเข่าทั้ง 2 ข้าง ตั้งฉากกับข้อสะโพกแล้วมือทั้ง 2 ข้างมาวางราบที่ข้างใดข้างหนึ่งของลำตัว

3. ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนบน (upper abdominal training) ใช้ฝึกกล้ามเนื้อ rectus abdominus ประกอบด้วยท่าบริหารดังต่อไปนี้

3.1 sit-up

ลักษณะของท่า : นอนหงายชันเข่าทั้ง 2 ข้างขึ้น ออกแรงเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้องยกลำตัวให้หลังงอ 30 องศา สามารถเพิ่มความหนักของท่าได้โดย

a. ชูแขนขึ้นเหนือศีรษะ
b. ให้แขนไขว้กันที่หน้าอก
c. มือประสานไว้ที่ท้ายทอย
d. นอนบนพื้นเอียง (incline)หัวต่ำ

เป็นท่าที่นิยมใช้โดยทั่วไปและเป็นท่าที่ง่ายต่อการฝึกกล้ามเนื้อ rectus abdominus สำหรับผู้ที่เริ่มฝึกควรฝึกในท่าที่งอเข่าทั้งสองข้างเพื่อลดการทำงานของกล้ามเนื้อ iliopsoas และเพื่อให้กล้ามเนื้อ rectus abdominus ได้รับการฝึกเต็มที่

ท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง

ประกอบด้วยท่าต่าง ๆ ต่อไปนี้(Paulchek,1992)

1. prone cobra เป็นการบริหารกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง เหมาะสำหรับผู้ที่มีภาวะที่กล้ามเนื้อกลุ่ม extensor มีความแข็งแรงไม่สมดุล คือกล้ามเนื้อหลังส่วนล่างอ่อนแอแต่มีกล้ามเนื้อ hamstrings

และ gluteus แข็งแรงมากมักพบในนักกีฬา ซึ่งภาวะนี้ทำให้เกิดแรงกดต่อกระดูกสันหลังสูง เป็นสาเหตุให้เกิดอาการปวดหลัง

ลักษณะของท่า : นอนคว่ำแขนแนบข้างลำตัวและหงายมือออกด้านนอก แอ่นลำตัวและหลังขึ้น ควรเหยียดลำตัวค้างไว้ 5 วินาที

2. trunk and hip extension

ลักษณะของท่า : นอนคว่ำเหยียดแขนและขาทั้งสองข้าง ยกขึ้นจากพื้นพร้อมกัน เหยียดลำตัวค้างไว้

หลักในการทำท่า trunk and hip extension

2.1 รักษาตำแหน่งของศีรษะและลำคอ โดยเก็บคาง (tucked chin) ให้กล้ามเนื้อบริเวณด้านหลังของคอ (cervical extensor) ตึงอยู่ตลอดเวลา

2.2 ขณะทำท่านี้ ระวังไม่ให้หลังแอ่นจนเกินไป (excessive lumbar lordosis)

2.3 เลือกทำให้กล้ามเนื้อหดตัวในลักษณะที่มีผลตามจุดประสงค์ เช่น ถ้ามีจุดประสงค์เพื่อทำให้มีการวางท่าทางที่ดีขึ้น เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ขณะทำท่านี้ควรทำให้กล้ามเนื้อหลังมีการหดตัวชนิด ไอโซเมตริก

3. the alternating superman

ลักษณะของท่า : นอนคว่ำ ยกแขนและขาข้างตรงกันข้ามกันขึ้นเกร็งกล้ามเนื้อค้างไว้

หลักในการทำท่า the alternating superman

3.1 รักษาตำแหน่งของศีรษะและลำคอ โดยเก็บคางให้กล้ามเนื้อบริเวณด้านหลังของคอ (cervical extensor) ตึงอยู่ตลอดเวลา

3.2 กางแขนทำมุมกับรักแร้ 45 องศา เพื่อกระตุ้นให้กล้ามเนื้อ trapezius ได้ทำงาน เพราะกล้ามเนื้อนี้มักอ่อนแอ ซึ่งมีผลให้มีการวางท่าทางที่ไม่เหมาะสม

3.3 เลี่ยงไม่ให้เข่าข้างที่ได้ได้ยกขึ้นกดกับพื้น เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อ hip extensor ด้านตรงกันข้างมีความแข็งแรงมากขึ้นช่วยป้องกันภาวะที่มีความแข็งแรงไม่สมดุลของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว

4. kneeling trunk extensions

ลักษณะของท่า : นั่งคุกเข่า (เข่าพับ) หลังตรง มือทั้งสองข้างแตะหลังหูส่วนล่าง แอ่นลำตัวไปข้างหลัง ทำสลับกับการก้มตัวมาข้างหน้า

หลักในการทำท่า kneeling trunk extensions

4.1 ถ้ามีปัญหาที่ข้อเท้าหรือเข่า การใช้ step รองใต้เข่าจะช่วยให้มีการวางท่านี้ได้สะดวกขึ้นและลดอาการเจ็บปวดที่อาจจะเกิดขึ้นได้

4.2 หลีกเลี่ยงการใช้ท่านี้กับบุคคลที่มีอาการชักนำของการบาดเจ็บที่หมอนรองกระดูก

4.3 ขณะก้มตัวส่วนที่จะต้องงอคือกระดูกสันหลังส่วนล่างเท่านั้น เพราะจะทำให้กล้ามเนื้อ lumbar erectors มีการยืด

4.4 สามารถเพิ่มความหนักของท่าได้โดยให้แขนไขว้ไว้ที่หลัง แขนกอดอกและแขนชูไปข้างหน้า

4.5 ต้องรักษาตำแหน่งของกระดูกเชิงกรานให้คงที่(fix pelvis)

การฝึกบริหารกล้ามเนื้อหลังท่าที่ 1-4 ทำการฝึกโดยให้กลุ่มเหยียดลำตัวค้างไว้ครั้งละ 10 วินาที 10 ครั้ง แล้วพัก 10 วินาที จากนั้นลดเวลาพักลงเหลือ 5 วินาที เมื่อมีความแข็งแรงมากขึ้นให้ทำเพิ่มเป็นกลุ่มเหยียดลำตัวค้าง 10 วินาที 30 ครั้ง พัก 10 วินาที จากนั้นลดเวลาพักลงเหลือ 5 วินาที (Peaulchek,1994)

5. hanna's three part side flexion

ลักษณะของท่า : นอนตะแคงข้าง เข่าและสะโพกงอ 90 องศา ยกเฉพาะขาท่อนล่างขึ้น (เข่าอยู่ตำแหน่งเดิม) พร้อมกับยกลำตัวท่อนบนขึ้นทางด้านข้าง

หลักในการทำท่า hanna's three part side flexion

5.1 เข่าและสะโพกต้องงอ 90 องศา และลำตัวท่อนบนต้องไม่ก้มมาข้างหน้า หรือแอ่นไปด้านหลัง

5.2 ควรยกขาขึ้นอย่างช้า ๆ ค้างไว้ 5 วินาที 5 ครั้ง และยกตัวขึ้นด้านข้างให้ส่วนเอวงอพร้อมกัน (Peaulchek, 1994)

แนวทางการออกกำลังกายเพื่อบริหารกล้ามเนื้อลำตัว

จากแนวความคิดของ Peaulchek ปี 1994 โดยมีหลักการ ดังนี้

1. ถ้ามีกล้ามเนื้อหลังที่อ่อนแอ : ให้บริหารเหยียดกล้ามเนื้อหลัง ใช้ท่า prone cobra, trunk and hip extension และท่า alternating superman

2. ถ้ามีกล้ามเนื้อหน้าท้องที่อ่อนแอ: ให้เน้นการฝึกกล้ามเนื้อหน้าท้อง โดยเริ่มจากกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่าง ตามด้วยกล้ามเนื้อหน้าท้องแนวเฉียง กล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนบน ตามลำดับ

3. ถ้ามีกล้ามเนื้อ hamstring หดสั้น (ความยืดหยุ่นต่ำ): เน้นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อควบคู่ไปกับการฝึกกล้ามเนื้อหน้าท้องและหลัง ก่อนการฝึกกล้ามเนื้อ จะต้องมีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อ hamstring และกล้ามเนื้อหลังเสมอ

เนื่องจากในการรักษาให้ร่างกายมีความสมดุลในการทรงตัวจะต้องอาศัยแรงดึงระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อในหลาย ๆ แนวหน้าตัดของร่างกายเพื่อรักษาสมดุลการเคลื่อนไหวของร่างกาย ดังนั้นการเลือกท่าบริหารกล้ามเนื้อลำตัวก็ต้องคำนึงถึงกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในแต่ละแนวหน้าตัดดังนี้

1. แรงดึงระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อในระนาบ หน้า- หลัง (sagittal plane force couples) ในขณะพักกระดูกเชิงกรานถูกทำให้อยู่ในตำแหน่งคงที่โดยแรงตึงระหว่างกลุ่มของกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำหน้าที่งอสะโพก (hip flexors) ได้แก่กล้ามเนื้อ quadriceps และ iliopsoas กล้ามเนื้อที่

ทำหน้าที่งอลำตัว ได้แก่กล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่าง (lower abdominal musculature) และกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่เหยียดสะโพก (hip extensors) ได้แก่กล้ามเนื้อ hamstrings และ gluteus กล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ได้แก่กล้ามเนื้อ erector spinae ถ้ากล้ามเนื้อ quadriceps และ lliopsoas มีแรงตึงขณะพักสูงกว่ากล้ามเนื้อ hamstrings และกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่าง เนื่องจากกล้ามเนื้อหน้าท้องแข็งแรงน้อย มีผลทำให้กระดูกเชิงกรานเอียงมาด้านหน้าซึ่งทำให้มีลักษณะท่าที่ไม่เหมาะสมและนำไปสู่อาการปวดหลังได้ ดังนั้นควรบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่างให้แข็งแรงขึ้น

2. แรงตึงระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อในระนาบ บน- ล่าง (frontal plane force couples) ร่างกายสามารถรักษาสมดุลในแนวระนาบได้ โดยแรงตึงระหว่างกล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำหน้าที่กางสะโพก (hip abductors) ได้แก่ gluteus medius กับ iliopsoas และกล้ามเนื้อ quadratus lumborum กับ erector spinae ถ้ากล้ามเนื้อ hip abductors และ iliopsoas ไม่แข็งแรงจะมีผลต่อกล้ามเนื้อ quadratus lumboru และ eerector spinae ต้องทำงานหนัก เกิดแรงตึงสูงภายในกล้ามเนื้อ เพื่อรักษาสมดุลให้กับร่างกายควรให้บริหารกล้ามเนื้อหลังในท่าเหยียดกล้ามเนื้อหลัง เพื่อให้กล้ามเนื้อ hip abductors และ iliopsoasได้ทำงานร่วมด้วยและให้บริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนบน เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนบนพร้อมทั้งทำให้กล้ามเนื้อ quadratus lumborum และ erector spinaeยืดตัวลดแรงตึงในกล้ามเนื้อลงขณะฝึกท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนบน

3. แรงตึงระหว่างกลุ่มกล้ามเนื้อในระนาบตัดขวาง (transverse plane force couples) การช่วยรักษาสมดุลในแนวหน้าตัดขวางของร่างกาย ขณะที่ร่างกายมีการหมุน อาทิเช่น เมื่อหมุนตัวไปทางซ้าย ร่างกายสามารถทรงตัวได้จากแรงตึงระหว่างกล้ามเนื้อ right external oblique และ left internal oblique ขณะเดียวกันกล้ามเนื้อ right external hip และ left hip adductors ออกแรงควบคู่กันเพื่อรักษาให้สะโพกอยู่ในแนวที่สมดุล ด้วยเหตุนี้จึงควรให้ความสำคัญกับการบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องในแนวเฉียง โดยพิจารณานำท่าที่ทำให้กล้ามเนื้อ right external oblique และ left internal oblique ได้รับการฝึกจากการหมุนตัวไปทางซ้ายและขวาสลับกัน เพื่อช่วยรักษาสมดุลของร่างกายในแนวตัดขวางเมื่อแรงดึงของกล้ามเนื้อทั้ง 2 ด้านสมดุลกัน

ดังนั้น โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นมีวัตถุประสงค์ เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว รักษาสมดุลของกล้ามเนื้อลำตัว ทำให้กล้ามเนื้อกระชับขึ้น และลดสัดส่วนของร่างกายในคนที่มีไขมันหน้าท้องสะสม ประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้อง 3 ท่า คือ ท่า pelvic-tilt ซึ่งเป็นท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่าง ท่า cross crouch ใช้บริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องแนวเฉียง ท่า semi sit-up ใช้บริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนบน และท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง อีก1ท่า คือท่า prone trunk extension ใช้บริหารกล้ามเนื้อหลังส่วนล่าง ซึ่งทั้ง 4 ท่าสามารถบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนได้ครอบคลุมกล้ามเนื้อทุกส่วนบริเวณลำตัวแต่ละท่าเหมาะสำหรับบุคคลที่มีกล้ามเนื้อหน้าท้องไม่แข็งแรงพอ

หรือในผู้ที่เริ่มฝึก เป็นท่าที่ทำได้ง่ายเสี่ยงต่อการบาดเจ็บน้อย (Ryuichy และคณะ 1995) ซึ่งแต่ละท่ามีมุมการฝึกที่แตกต่างกัน และผู้วิจัยได้นำเอาหลักการฝึกโดยการเพิ่มความหนักและความนานทุก ๆ 2 สัปดาห์ นอกจากนี้ยังพบว่าท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องทั้ง 3 ท่ายังมีส่วนช่วยลดแรงกดระหว่างกระดูกสันหลังบริเวณเอว คือกลไกของความดันในช่องท้องจะช่วยลดแรงกดได้ประมาณ 12-36 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่กดที่กระดูกสันหลังระดับเอว (L4 - L5) ได้ (Paulchek, 1993)

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของกล้ามเนื้อ

เนื่องจากกล้ามเนื้อหลัง เป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่มีแนวโน้มที่จะหดสั้นและตึงตัวได้ง่าย เนื่องจาก กล้ามเนื้อกลุ่มนี้มีการทำงานตลอดเวลาเพื่อพยุงร่างกายในขณะที่กล้ามเนื้อหน้าท้องง่ายต่อการยืดยาว และอ่อนแอ เนื่องจากกล้ามเนื้อกลุ่มนี้จะทำงานเมื่อเกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย ซึ่งกล้ามเนื้อทั้งสองกลุ่มนี้จะทำงานควบคู่กัน ดังนั้นการยืดเหยียดกล้ามเนื้อที่มีความตึงตัวสูง หรือ กล้ามเนื้อที่แข็งแรงกว่า ก่อนการออกกำลังกายเป็นสิ่งสำคัญยิ่งที่ควรกระทำโปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ยึดหลักการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังและกล้ามเนื้อ hamstrings ซึ่งมีความตึงตัวสูง ทั้งก่อนและหลังการฝึกทุกครั้ง ๆละ ประมาณ 5-10 นาที เพราะถ้าหากไม่มีการยืดเหยียดกล้ามเนื้อหลังก่อนการออกกำลังกาย จะมีผลทำให้กล้ามเนื้อหลังหดสั้นและมีแรงตึงตัวสูงภายในกล้ามเนื้อมากขึ้น ทำให้ขณะที่ร่างกายมีการเคลื่อนไหว กล้ามเนื้อที่อ่อนแอจะพยายามดึงกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ร่วม (synergistic) และกล้ามเนื้อทำหน้าที่ตรงกันข้าม ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อที่แข็งแรงกว่าเข้ามาทำหน้าที่แทน ผลคือ เกิดภาวะที่กล้ามเนื้อมีความแข็งแรงไม่สมดุลกัน (muscle imbalance) จนเกิดการบาดเจ็บเนื่องจากการทำงานที่มากเกินสำหรับกล้ามเนื้อนั้น

ดังนั้นการออกกำลังกายที่เหมาะสมสำหรับผู้ที่มีกล้ามเนื้ออ่อนแอและมีท่วงท่าไม่เหมาะสมต้องทำให้กล้ามเนื้อที่มีเส้นใยยืดยาวและอ่อนแอนั้นมีความแข็งแรงขึ้น ในขณะที่ต้องยืดเหยียดกล้ามเนื้อ (strecthing) ที่หดสั้นและแรงตึงสูงก่อนออกกำลังกายทุกครั้ง

การฝึกเพื่อเพิ่มกำลังของกล้ามเนื้อ

การฝึกที่สามารถทำให้กล้ามเนื้อแข็งแรงหรือมีขนาดโตขึ้นได้นั้นนิยมฝึกโดยให้กล้ามเนื้อหดตัว 3 ชนิดคือ

1. การฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก คือ การที่กล้ามเนื้อหดตัวแต่ไม่เปลี่ยนแปลงความยาวมีแรงตึงตัวเพิ่มขึ้น ได้แก่ การออกกำลังกายโดยวิธีเกร็งกล้ามเนื้อ โดยที่ข้อต่อไม่มีการเคลื่อนไหว การออกกำลังกายตามวิธีนี้ช่วยให้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ แข็งแรงดีกว่ากล้ามเนื้อมัดเล็ก ๆ

2. การฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซโทนิค คือ การทำให้กล้ามเนื้อหดตัวโดยที่ความยาวของกล้ามเนื้อมีการเปลี่ยนแปลง การฝึกวิธีนี้ถ้าจะให้ได้ผลดีต้องใช้ความต้านทานจากน้ำหนักเป็นอุปกรณ์ประกอบ ช่วยให้กล้ามเนื้อมีขนาดโตขึ้น(hyperthophy)

3. การฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค คือ การฝึกให้กล้ามเนื้อหดสั้นด้วยความเร็วคงที่และมีแรงดึงสูงสุดตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว การฝึกวิธีนี้ต้องอาศัยแรงต้านทานในขณะที่การเคลื่อนที่ของข้อต่อมีความเร็วคงที่และกล้ามเนื้อสามารถทำงานได้สูงสุดในทุกมุมของการเคลื่อนที่ของข้อต่อ

ผู้วิจัยให้ความสำคัญกับการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ซึ่งประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลังเพราะเหมาะกับผู้ที่มีกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลังอ่อนแอหรือผู้ที่เริ่มฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่อ่อนแอหรือฟื้นฟูกล้ามเนื้อลำตัวหลังการบาดเจ็บเป็นการฝึกที่สะดวกทำได้ง่ายไม่ต้องใช้อุปกรณ์ในการฝึกให้ยุ่งยากซึ่งต่างจากการฝึกชนิด ไอโซโทนิค และ ไอโซคิเนติค มีรายงานการฝึกชนิด ไอโซเมตริก มีผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ในกลุ่มที่ทำการฝึก ให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซเมตริก ด้วยน้ำหนัก 2 ใน 3 ของน้ำหนักสูงสุดเป็นเวลา 6 วินาที จะทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นสัปดาห์ละ 5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ดี Hettinger และ Muller (1953) ได้มีการศึกต่อมา พบว่า ในคนที่มีความแข็งแรงของกล้ามเนื้ออยู่ในสภาพดีอาจเพิ่มเพียงสัปดาห์ละ 2 เปอร์เซ็นต์ Muller และ Rohmert ปี1958 ทำการศึกษา พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการฝึกจะเพิ่มเร็วกว่าเมื่อให้กล้ามเนื้อทำงานใกล้ความสามารถสูงสุดและให้ทำ 5-10 ครั้ง นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นว่าสามารถทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้ตลอดช่วง ถ้าการฝึกนั้นได้กระทำในหลาย ๆท่าซึ่งการฝึกโดยการเกร็งกล้ามเนื้อ เป็นการฝึกเพื่อพัฒนาเส้นใยของกล้ามเนื้อให้โตขึ้น อันเป็นผลให้เกิดความแข็งแกร่งตามมาด้วยการฝึกจึงควรฝึกอย่างจริงจังเป็นประจำ และให้ติดต่อกันเป็นเวลานานพอจนกระทั่งเกิดความแข็งแกร่งคงตัวอยู่ในมัดกล้ามเนื้อ ดังนั้นได้มีผู้วิจัยต่าง ๆดัดแปลงโปรแกรมการฝึกชนิด ไอโซเมตริก ทั้งในด้านความหนัก ระยะเวลา และจำนวนครั้งที่ฝึก เพื่อให้มีงานวิจัยที่สนับสนุนทางด้านคุณค่าของการฝึกชนิดไอโซเมตริกให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น จากการวิจัยที่ผ่านมาถึงแม้จะยังไม่มีโปรแกรมที่ดีที่สุดสำหรับการฝึกชนิด ไอโซเมตริก แต่พอจะสรุปวิธีการให้โปรแกรมการฝึกชนิด ไอโซเมตริก ที่เหมาะสมได้ดังนี้

1. ออกกำลังให้กล้ามเนื้อหดตัวเต็มที่ 6-8 ครั้งทุกวัน จะได้ผลเร็วที่สุดในการสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

2. ช่วงในการหดตัวของกล้ามเนื้อแต่ละครั้งใช้เวลาในการหดเกร็งกล้ามเนื้อ 5 วินาทีเป็นดีที่สุด

3. ถ้าต้องการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อตลอดช่วงของการเคลื่อนไหวควรจะฝึกให้กล้ามเนื้อทำงานในท่าต่าง ๆกัน(มุมของข้อต่อแตกต่างกัน)

4. การฝึก 4-5 วันต่อสัปดาห์ให้ผลดีที่สุด

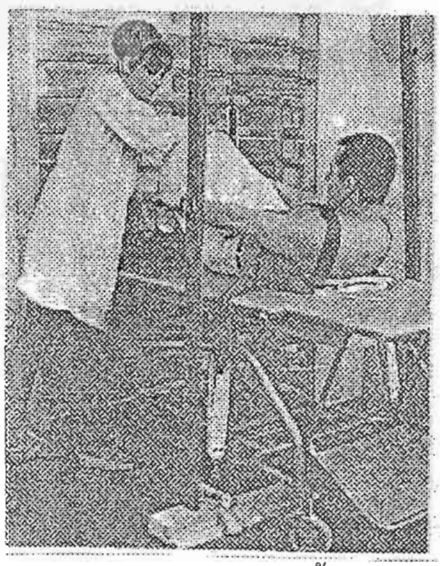
5. เทคนิคการหายใจ ขณะออกกำลังชนิด ไอโซเมตริก คือให้หายใจเข้าลึก ๆตอนเริ่มเกร็งกล้ามเนื้อกลั้นไว้ 2-3 วินาทีแล้วค่อย ๆหายใจออกช้า ๆ หลังการเกร็งกล้ามเนื้อ

การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว

การเปลี่ยนแปลงความสัมพันธ์ระหว่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว กับกลุ่มเหยียดลำตัว จะมีผลจากการเกิดพยาธิสภาพเกี่ยวกับกระดูกสันหลังหรือไม่ นี้ก็เป็นข้อถกเถียง ดังนั้นการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว จึงมีประโยชน์ทางคลินิกและการวิจัย Langrana และ Lee(1994) กล่าวไว้ว่า การใช้เครื่องมือในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวใช้ประโยชน์เพื่อการเปรียบเทียบค่าความแข็งแรงของคนไข้ที่มีอาการปวดหลังและกลุ่มที่การทำงานของกล้ามเนื้อเสียไป เปรียบเทียบกับคนปกติ เช่น การเปรียบเทียบค่าสัดส่วนแรงสูงสุด (peak torque ratio) ของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวกับกลุ่มเหยียดลำตัว ในคนที่มีอาการปวดหลังกับคนปกติเพื่อนำมาประเมินความสามารถของการกลับไปทำงานได้ของคนไข้ และเพื่อวินิจฉัยโรคที่มีพยาธิสภาพต่อกระดูกสันหลัง สำหรับในงานวิจัยใช้ทดสอบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อก่อนและหลังการทดลอง

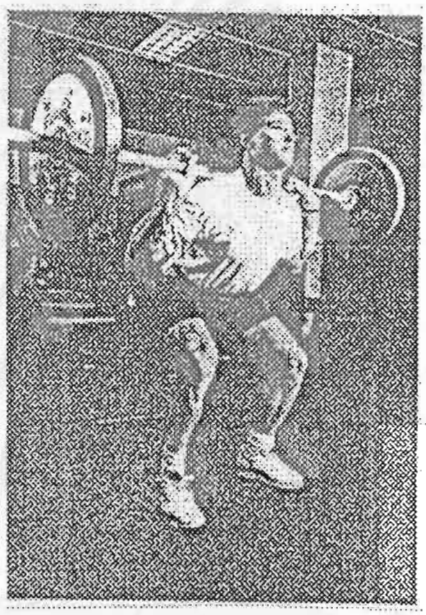
วิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว โดยให้กล้ามเนื้อหดตัวต่างกันมี 3 วิธี

วิธีที่ 1 การทดสอบวิธีที่ให้กล้ามเนื้อเกร็งอยู่กับที่ โดยที่ความยาวของกล้ามเนื้อไม่เปลี่ยนแปลง แต่มีแรงตึงตัวของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น (isometric contraction) การทดสอบโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซเมตริก สามารถทดสอบได้โดยใช้วิธีให้ออกแรงดึงหรือดันไปข้างหลัง โดยจะมีตาชั่งบอกถึงน้ำหนักที่สามารถออกแรงดึงหรือดันขึ้นได้ เพื่อทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่2.1 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก (Joseph, 1995)

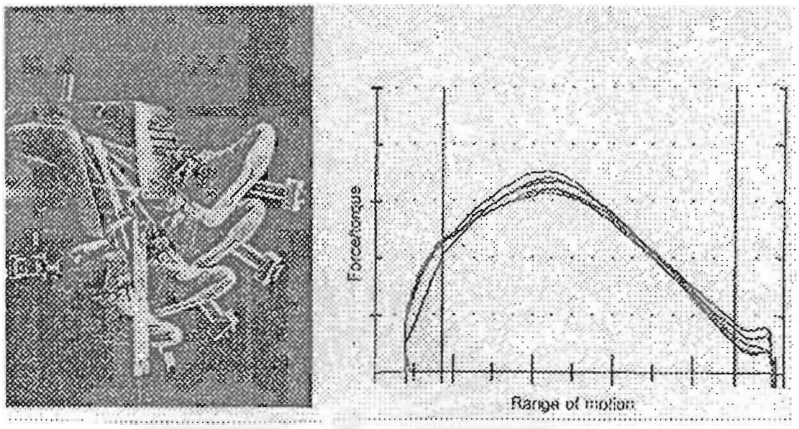
วิธีที่2 เป็นการทดสอบโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดที่ความยาวของกล้ามเนื้อเปลี่ยนแปลงแต่แรงตึงตัวในกล้ามเนื้อคงที่ (isotonic contraction) การทดสอบโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซโทนิค (ภาพที่ 2.2) เป็นการทดสอบ โดยให้ผู้ถูกทดสอบยกน้ำหนักสูงสุดที่สามารถยกได้เพียงครั้งเดียวแล้วไม่สามารถยกครั้งต่อไปได้อีก (one repetition maximum, 1 RM) สามารถประเมินผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะกลุ่มที่ทดสอบได้แต่ผู้วิจัยไม่ได้นำมาใช้ในการทดสอบครั้งนี้เพราะผลการทดสอบไม่ค่อยได้นำมาใช้ในชีวิตประจำวัน



ภาพที่2.2 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซโทนิค (David,1993)

วิธีที่ 3 ต่อมาได้มีการค้นพบวิธีการทดสอบโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซคิเนติค เป็นการทดสอบโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วคงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนที่ของข้อต่อ ภาพที่ 2.3 แต่ไม่ใช่ความคงที่ในการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Hinson และ Funk , 1979)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 2.3 การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม knee flexor และ knee extensor ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค (David, 1993)

การทดสอบชนิดไอโซคิเนติค ได้ค้นพบเมื่อปี ค.ศ. 1967 โดย Perrine ที่ปรึกษาทางชีว-วิศวกรรม (bio-engineering) ได้ออกแบบเครื่องไอโซคิเนติค ที่เรียกว่าเครื่องออกกำลังไซเบ็ก (exerciser cybex) เครื่องนี้ได้ใช้ในโรงพยาบาลและในศูนย์ฟื้นฟูทางกายภาพ โดยใช้ได้ผลอย่างดียิ่งแต่มีราคาแพงจึงไม่นิยมใช้กับบุคคลทั่วไปนอกโรงพยาบาล เครื่องไอโซคิเนติคสามารถทำงานได้ทั้งระบบที่เครื่องทำงานแทนผู้รับการฝึก (passive system) และระบบที่เครื่องให้ผู้รับการฝึกออกแรงทำงานเอง (active system) ระบบที่เครื่องทำงานแทนผู้รับการทดสอบสามารถใช้กับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้น ชนิดไอโซเมตริกได้ด้วย ส่วนระบบที่เครื่องให้ผู้รับการฝึกออกแรงทำงานเอง เครื่องจะผลิตแรงออกมากระทำต่อบุคคลทำให้สามารถใช้กับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบเหยียดออกได้ และยังสามารถใช้ในการเคลื่อนที่แบบต่อเนื่องกล้ามเนื้อหดตัวด้วยความเร็วคงที่ตลอดช่วงการเคลื่อนไหว(isokinetic contraction) ซึ่งเหมาะกับการใช้รักษาการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อแบบเฉียบพลัน (acute injury) หรือใช้ในการทำกายภาพบำบัดภายหลังการผ่าตัดเมื่อมีข้อจำกัดในการเคลื่อนที่ของข้อต่อ (Counsilmin, 1969)

การทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซคิเนติค มีความได้เปรียบกว่าการทดสอบชนิดอื่น ๆ คือ (Perrine, 1967)

ประการแรก กล้ามเนื้อได้ออกแรงสูงสุดตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ของข้อต่อ ตัวอย่างเช่น ในช่วงกลางของข้อต่อ ซึ่งช่วงนี้กล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ระหว่างความตึงตัวกับความยาวของกล้ามเนื้อพอเหมาะที่สุด จากการจับตัวกันของเส้นใยกล้ามเนื้อ actin และ myosin มีความพอดีที่ทำให้ได้เปรียบเชิงกลสูงที่สุด เครื่องไอโซคิเนติค ก็ยังคงรักษาความเร็วในการเคลื่อนที่ไว้คงเดิมทำให้แรงผลิตออกมามาก ในทางกลับกันในช่วงปลายของข้อต่อ ซึ่งเป็นช่วงที่มีการเสียเปรียบเชิงกลมากที่สุด เครื่องไอโซคิเนติค ก็ยังคงรักษาความเร็วไว้เช่นเดิม แต่แรง

จะผลิตออกมาน้อย เพราะแรงต้านไม่คงที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ผ่านจุดที่อ่อนแอที่สุดไปได้ด้วยดี

ประการที่สอง การทดสอบชนิดไอโซคิเนติค มีความปลอดภัยสูงสุดในการทำกายภาพบำบัด เพราะเครื่องไอโซคิเนติคจะไม่ออกแรงต้านเมื่อผู้ป่วยมีการบาดเจ็บ และไม่สามารถออกแรงกระทำกับเครื่องได้ไม่ว่าจะเป็นช่วงใดของการเคลื่อนที่ของข้อต่อก็ตาม และยังสามารถเลือกความเร็วในการฝึกให้เหมาะสมกับความสามารถของกล้ามเนื้อได้อีกด้วย

ประการที่สาม การทดสอบชนิดไอโซคิเนติคโดยใช้เครื่องไอโซคิเนติค สามารถใช้ประเมินการทำงานของกล้ามเนื้อโดยวัดเป็นค่าแรงที่กระทำในเชิงมุม (torque) แรง (force) และสามารถใช้ฝึกกล้ามเนื้อให้มีความแข็งแรงเท่ากับความแข็งแรงก่อนการบาดเจ็บได้

ความได้เปรียบของการทดสอบโดยใช้เครื่อง ไอโซคิเนติค

- สามารถแยกทดสอบเฉพาะกลุ่มกล้ามเนื้อที่อ่อนแอได้
- ให้แรงต้านที่เหมาะสมกับการออกแรงสูงสุดของผู้ฝึกตลอดช่วงของการเคลื่อนที่ของข้อต่อ
- ให้แรงต้านที่เหมาะสมทำให้มีความปลอดภัยสูง
- เครื่องมือมีความตรงและความเที่ยงสูง ทำให้การทดสอบซ้ำมีความน่าเชื่อถือ
- มีแรงจูงใจจากการดูงานที่ทำจากจอโมนิเตอร์
- ช่วยลดแรงกดที่ข้อต่อในขณะทดสอบด้วยความเร็วสูง
- สามารถวัดค่า torque งาน และพลังกล้ามเนื้อได้

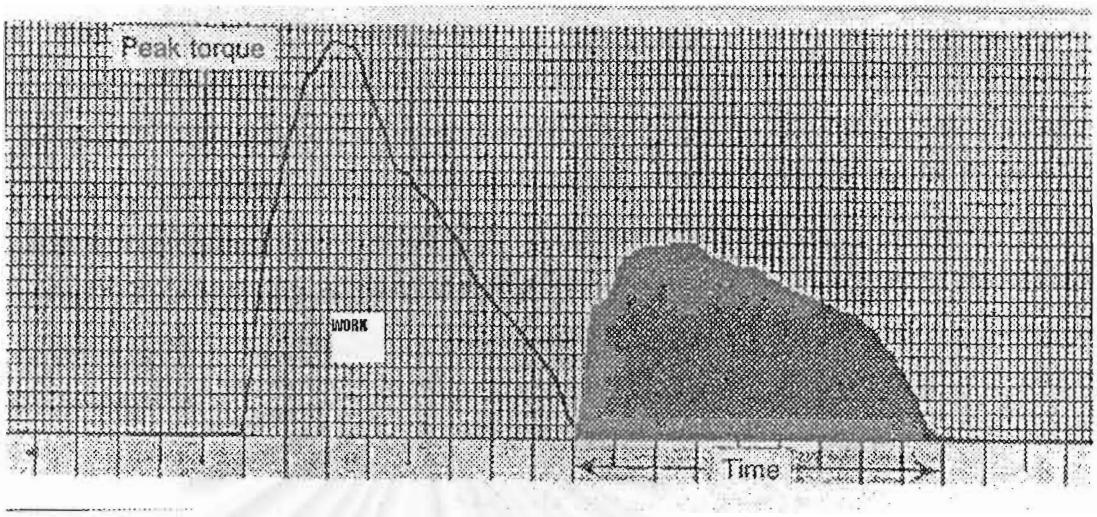
ความเสียเปรียบของการทดสอบโดยใช้เครื่อง ไอโซคิเนติค

- สามารถวัดการทำงานของกล้ามเนื้อได้เฉพาะในระนาบปกติ 3 ระนาบเท่านั้น
- เป็นการฝึกท่า open-kinetic-chain
- ใช้เวลามากในการจัดท่าทางให้ถูกต้อง
- ต้องใช้เจ้าหน้าที่ที่ได้รับการฝึกมาโดยเฉพาะ
- เครื่องมือมีราคาแพงมาก

นิยามที่ใช้ในการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง ไอโซคิเนติค

กล้ามเนื้อสามารถทำงานได้โดยการหดตัว การหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดแรง (force) การวัดแรงที่กระทำรอบ ๆ แกนหมุนของข้อต่อ เรียกว่าทอร์ค (torque) ซึ่งสามารถนำเสนอได้ในรูปของทอร์คสูงสุด (peak torque) และค่าเฉลี่ยของทอร์ค (average torque) ทอร์คสูงสุด คือ แรงที่กล้ามเนื้อกระทำได้สูงสุด ณ จุดใดจุดหนึ่งในการทำงานตลอดช่วงของข้อต่อ ส่วนค่าเฉลี่ยของทอร์ค คือ ค่าที่คำนวณได้จากแรงที่กล้ามเนื้อกระทำตลอดช่วงของข้อต่อ ทอร์คในแต่ละมุมของการเคลื่อนที่ตลอดช่วงของข้อต่อ เรียกว่าทอร์คเฉพาะมุม(angle specific torque) งาน(work)เกิดจากแรงที่กล้ามเนื้อกระทำคูณกับระยะทางที่กล้ามเนื้อได้กระทำแรงนั้น

พลังกล้ามเนื้อ (power) เวลาที่ใช้ไปน้อยที่สุดในการทำให้เกิดงาน หรือการทำงานของกล้ามเนื้อต่อหน่วยเวลาดัง ภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงโค้งของtorque peak torque คือจุดสูงสุดของโค้ง work คือพื้นที่ทั้งหมดภายใต้โค้งของ torque และ power คือ เวลาที่ใช้ไปในการทำให้เกิดงาน

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงได้นำเอาเครื่อง ไอโซคิเนติค มาใช้ในการทดสอบผลการทำงานของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และ กลุ่มเหยียดลำตัว ในขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกและไอโซคิเนติค เพื่อประเมินผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวโดยดูจากค่า isometric peak torque และค่า isokinetic peak torque

หลักในการทดสอบด้วยเครื่องไอโซคิเนติค

การให้ความรู้ การสร้างความคุ้นเคยและการอบอุ่นร่างกายเนื่องจากรูปแบบการทำงานของเครื่องไอโซคิเนติค เป็นรูปแบบที่มีความใหม่ จึงจำเป็นต้องให้ผู้รับการทดสอบหรือผู้รับการฝึกได้มีความรู้และความคุ้นเคยกับเครื่อง เพื่อให้ได้ผลการทดสอบที่มีความแม่นตรงและมีความเที่ยงสูง ควรบอกให้ผู้เข้ารับการทดสอบได้รู้ว่าเครื่องไอโซคิเนติค สามารถกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ได้เมื่อเป็นการทดสอบชนิดไอโซคิเนติค โดยที่ความเร็วต่ำแรงต้านจะสูง เช่นที่ความเร็ว 60 องศาต่อวินาทีจะมีแรงต้านสูงกว่าที่ความเร็ว 120 องศาต่อวินาที เป็นต้น และแรงต้านที่เครื่องกระทำออกมาจะเกิดจากการที่ผู้รับการทดสอบได้พยายามออกแรงกระทำให้ร่างกายส่วนที่ทดสอบนั้นเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็วที่เท่ากับหรือมากกว่าความเร็วที่กำหนดไว้ ควรออกคำสั่งกับผู้รับการทดสอบว่า "ให้ออกแรงดันหรือดึงให้มากที่สุดและเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้" และเนื่องจากเครื่องไอโซคิเนติค สามารถจะทำการทดสอบ ได้ทั้งกับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นและแบบเหยียดออกและยังสามารถใช้เครื่องไอโซคิเนติค

ทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่มุมต่าง ๆได้จึงจำเป็นต้องบอกให้ผู้รับการทดสอบทราบว่าควรจะออกแรงดึงหรือดันค้างไว้ด้วยแรงสูงสุด เมื่อทำการทดสอบหรือฝึกกับการทำงานของกล้ามเนื้อแบบหดสั้นและเหยียดออกตามลำดับ ผู้รับการทดสอบจะต้องออกแรงต้านการเคลื่อนที่ของคานที่ต่อมาจากตัวหน่วงแรง(dynamometer)แต่ละมุมที่ทำการทดสอบหน่วยที่ใช้ในการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อชนิด ไอโซเมตริก ก็จะนำเสนอในรูปของ peak torque และค่า average torque เช่นเดียวกับการทดสอบชนิด ไอโซคิเนติค

ก่อนการทดสอบหรือการฝึกควรให้ผู้รับการทดสอบได้มีการอบอุ่นร่างกายและสร้างความคุ้นเคยกับเครื่องในแต่ละความเร็วที่กำหนด โดยทั่วไปควรให้ผู้รับการทดสอบได้ทำความคุ้นเคย 6 ครั้ง โดยออกแรงที่ต่ำกว่าแรงสูงสุด 3 ครั้งแรก และออกแรงสูงสุด 3 ครั้งทั้งนี้เพื่อให้เกิดความเที่ยงกับค่า torque ค่า work และค่า power ของกล้ามเนื้อ (Perrine, 1986)

ตำแหน่งของร่างกาย การยึดร่างกายและการวางตำแหน่งของข้อต่อ

การจัดตำแหน่งของร่างกายและการยึดร่างกายของผู้รับการทดสอบก็เพื่อแยกกลุ่มกล้ามเนื้อที่ต้องการให้ทำงานออกจากกล้ามเนื้อที่จะมีส่วนช่วยในการทำงานให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ เช่น ต้องทำการรัดด้วยเข็มขัดที่หน้าอกและเอว เมื่อต้องการทดสอบหรือฝึกกล้ามเนื้อส่วนล่างของร่างกาย และต้องให้ผู้รับการทดสอบหรือผู้รับการฝึกใช้แขนทั้งสองข้างกอดอก

เนื่องจากการทดสอบด้วยเครื่องไอโซคิเนติค ต้องการทดสอบกล้ามเนื้อเพียงกลุ่มเดียวจึงสามารถทำได้กับการเคลื่อนที่ของข้อต่อในแนวระนาบปกติของร่างกาย 3 ระนาบเท่านั้น คือระนาบหน้า-หลัง (frontal plane)ระนาบบน-ล่าง (transverse plane) และระนาบซ้าย-ขวา (sagittal plane)ระนาบทั้ง 3 ระนาบทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของข้อต่อได้ดังนี้ ระนาบซ้าย-ขวา ทำให้เกิดการงอ (flexion) การเหยียด (extension) ระนาบหน้า-หลังทำให้เกิดการกาง (abduction) การหุบ (adduction) ระนาบบน-ล่าง ทำให้เกิดการหมุน (rotation) ในการเคลื่อนไหวตามแนวระนาบดังกล่าวจึงต้องทำให้แกนหมุน (axis of rotation) ของข้อต่อ อยู่ในตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดเท่าที่จะทำได้กับแกนหมุนของเครื่อง แต่เนื่องจากแกนหมุนอาจจะเปลี่ยนที่ไปได้ในระหว่างการหมุนข้อต่อ จึงควรมีการทดลองหมุนข้อต่อก่อนการทดสอบหรือฝึกจริงเมื่อจัดตำแหน่งของร่างกายแล้ว เพื่อให้แน่ใจว่าแกนหมุนของข้อต่อ แกนหมุนของเครื่องและความยาวของคานที่ใช้มีความถูกต้องทุกจุด การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยทำการทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อลำตัวเพื่อประเมินผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และ กลุ่มเหยียดลำตัวในแนวระนาบ ซ้าย-ขวา คือขณะงอลำตัว (trunk flexion) และขณะกลุ่มเหยียดลำตัว (trunk extension)

ผลของแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อการทดสอบและการฝึก

เครื่องไอโซคิเนติค ได้ออกแบบให้รับผลจากแรงดึงดูดของโลกที่มีต่อกลุ่มกล้ามเนื้อน้อยที่สุดผู้รับการทดสอบหรือผู้รับการฝึกจะปลอดภัยจากการทำงานของเครื่องไอโซคิเนติค เพราะถ้าผู้รับการทดสอบหรือผู้รับการฝึกไม่สามารถเคลื่อนที่อวัยวะที่จะทำการทดสอบหรือฝึกต้านกับแรงดึงดูดของโลกได้ก็จะไม่สามารถใช้เครื่องไอโซคิเนติคได้ เมื่อทำการทดสอบ ชนิดไอโซคิเนติค กับอวัยวะระยางค์แขนขา (limb) ที่อยู่ในตำแหน่งที่แรงดึงดูดของโลกเข้ามาเกี่ยวข้อง จำเป็นต้องใช้ค่าแก้แรงดึงดูดของโลกโดยเครื่องจะทำการชั่งน้ำหนักของคานและอวัยวะที่ทำการทดสอบ กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานเคลื่อนที่เข้าหาแรงดึงดูดของโลกจะเกิดความผิดพลาดโดยแรงดึงดูดของโลกจะช่วยให้ค่าของแรงที่วัดได้เพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากต้องเคลื่อนที่ต่อต้านกับแรงดึงดูดของโลก จะทำให้ค่าของแรงที่วัดได้ลดลง การใช้ค่าแรงดึงดูดของโลกจะช่วยให้การประเมินความสามารถของกล้ามเนื้อ มีความเที่ยงตรง (valid) มากขึ้น จาก Cybex ปี 1991กล่าวถึง การใช้ค่าแก้แรงดึงดูดของโลกควรใช้เมื่อ

1. ต้องการนำข้อมูลไปเปรียบเทียบข้อมูลกับผลการวิจัยอื่น ๆ

2. เมื่อมีการทดสอบด้วยความเร็วสูง ขณะเพิ่มความเร็ว ค่าทอร์คจะลดต่ำลงแต่แรงดึงดูดของโลกยังค่าคงที่ ในขณะที่ใช้ความเร็วจะพบว่ากล้ามเนื้อที่ทำงานต่อต้านกับแรงดึงดูดของโลกจะอ่อนแอ และกล้ามเนื้อที่ทำงานตามแรงดึงดูดของโลกจะแข็งแรง การใช้ค่าแก้แรงดึงดูดของโลกจะขจัดปัญหานี้ออกไปทำให้ข้อมูลถูกต้องมากขึ้น

3.เมื่อมีการประเมินอัตราส่วนของกล้ามเนื้อที่ทำงานกับกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้าม (angonist / antagonist ratios) อัตราส่วนของกล้ามเนื้อที่ทำงานกับกล้ามเนื้อกลุ่มตรงข้ามจะไม่ถูกต้อง ในขณะที่มีการทดสอบด้วยความเร็วสูง เช่น แรงดึงดูดของโลกจะทำให้ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหน้าขาท่อนบนต่ำกว่าความเป็นจริง และจะทำให้ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อด้านหลังขาท่อนบนสูงกว่าความเป็นจริง จึงต้องใช้ค่าแก้แรงดึงดูดของโลกเพื่อทำให้ค่าความแข็งแรงที่วัดได้เป็นจริง

4. เมื่อมีการทดสอบความทนทาน กลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานตามแรงดึงดูดของโลกจะพบว่าความทนทานดีกว่ากลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานต่อต้านกับแรงดึงดูดของโลก จึงต้องใช้ค่าแก้แรงดึงดูดของโลก

คำแนะนำในการสร้างแบบทดสอบกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง ไอโซคิเนติค

การสร้างแบบทดสอบกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง ไอโซคิเนติค เพื่อใช้วัดค่าทอร์ค งาน และพลังกล้ามเนื้อ นั้น มีองค์ประกอบที่สำคัญที่จะทำให้แบบทดสอบนั้นมีความเที่ยง (reliability) ดังนี้

การอบอุ่นร่างกาย

ก่อนการทดสอบในแต่ละช่วงจะต้องมีการอบอุ่นร่างกายทั้งแบบออกแรงต่ำกว่าแรงสูงสุดและแบบออกแรงสูงสุด Perrine (1993) พบว่าการอบอุ่นร่างกายโดยให้ออกแรงต่ำกว่าแรงสูงสุด 3 ครั้งแรก และออกแรงสูงสุด 3 ครั้งหลัง ทำให้ได้ค่า torque, work และ power ของกล้ามเนื้อที่มีค่าความเที่ยงสูง ในการทดสอบการงอและกลุ่มเหยียดลำตัว ไหล่ และการหมุนเข้า หมุนออกของไหล่ และควรมีการอบอุ่นร่างกายในทุกช่วงก่อนการทดสอบในแต่ละความเร็ว หรือแต่ละมุม มีงานวิจัยพบว่า การได้ทำความคุ้นเคยกับเครื่อง 1-2 วันก่อนการทดสอบจะทำให้ผลการทดสอบมีความเที่ยงสูงขึ้น (Kues, Rothstein and Lamb, 1992)

การพัก

ในการออกแบบการทดสอบควรมีการกำหนดเวลาพักที่แน่นอนไว้ด้วยในระหว่างเปลี่ยนความเร็วหรือเปลี่ยนมุมในการทดสอบ มีงานวิจัยที่ยืนยันว่า การกำหนดเวลาพักทำให้ได้ค่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อสูงขึ้นและมีความเที่ยงมากกว่าไม่มีการพัก (Strratford, Bruulsema, Maxwell, Black and Harding, 1990) ระยะเวลาในการพักขึ้นอยู่กับแบบทดสอบ เช่น 30 วินาทีถึง 1 นาที สำหรับการทดสอบการออกแรงสูงสุด 4 ครั้งในทุก ๆ ความเร็ว แต่หากทำการทดสอบความทนทานที่ทำการทดสอบ 25-30 ครั้ง ควรกำหนดเวลาพักไว้อย่างน้อย 1 นาทีหรืออาจมากกว่า ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของผู้เข้ารับการทดสอบด้วย (Perrine, 1993)

ความเร็วในการทดสอบ

การกระตุ้นของหน่วยยนต์ องค์ประกอบของเส้นใยกล้ามเนื้อและกลุ่มกล้ามเนื้อในแต่ละกลุ่มที่มีความแตกต่างกันในแต่ละบุคคลรวมทั้งวัตถุประสงค์ในการทดสอบจะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการทดสอบ การทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะใช้การทดสอบที่มีความเร็วต่ำ คือที่ 60 องศาต่อวินาทีหรือต่ำกว่า การทดสอบพลังกล้ามเนื้อจะใช้การทดสอบที่ความเร็วปานกลาง คือ ระหว่าง 120-300 องศาต่อวินาที ส่วนการทดสอบที่ความเร็วสูงที่ 300-600 องศาต่อวินาที จะใช้ทดสอบการทำงานของกล้ามเนื้อตามหน้าที่ที่ใช้จริง เช่น ในการวิ่ง 100 เมตร (Davies, 1992) แต่เนื่องจากการทำงานของเครื่องไอโซคิเนติค เป็นประสบการณ์ใหม่ของทุกคน จึงควรทดสอบที่ความเร็วต่ำก่อน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ทักษะทางกลไกเกิดขึ้นก่อนที่จะทดสอบที่ความเร็วสูง (Griffin, 1987)

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการศึกษาผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว จากการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 60° และ 120° ต่อวินาทีเพื่อจะประเมินผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งที่ความเร็วในการเคลื่อนไหวต่ำและที่ความเร็วปานกลางและทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซเมตริกที่ 0° และ 30° ซึ่งเป็นมุมเดียวกับที่ใช้ฝึก

จำนวนครั้งในการทดสอบ

การหดตัวของกล้ามเนื้อติดต่อกันหลาย ๆ ครั้ง เป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้เกิดค่าความแข็งแรงสูงสุดได้ ค่าทอร์คสูงสุดจะเกิดในช่วงการหดตัวของกล้ามเนื้อ 2-6 ครั้ง (Baltzopoulos and Brodie, 1989) ส่วน Perrine (1993) แนะนำว่าควรใช้จำนวนครั้งในการทดสอบ 3-4 ครั้ง เพื่อให้ได้ค่า peak torque สูงสุด ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงทำการทดสอบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซเมตริก และ ไอโซคิเนติค โดยใช้จำนวนครั้งในการทดสอบ 4 ครั้งทั้งในกล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัว และ กลุ่มเหยียดลำตัว และให้อบอุ่นร่างกาย 3 ครั้งแต่ละการทดสอบ

สรุปคำแนะนำในการสร้างแบบทดสอบกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง ไอโซคิเนติค

เพอร์รีน (Perrine, 1993) ได้สรุปคำแนะนำในการสร้างแบบทดสอบกล้ามเนื้อด้วยเครื่องไอโซคิเนติค ไว้ดังนี้

1. ตรวจสอบ (screening) การทำงานของกล้ามเนื้อในกรณีที่มีการบาดเจ็บ 2.ทำการยึดกล้ามเนื้อและอบอุ่นร่างกาย 3.จัดตำแหน่งและยึดร่างกายให้เหมาะสม 4.จัดวางตำแหน่งของข้อต่อที่ใช้เป็นแกนหมุนให้ถูกต้อง 5.ให้คำแนะนำในการทดสอบ 6.แก้ค่าแรงดึงดูดของโลก 7.อบอุ่นร่างกาย (3 ครั้งแรกที่ต่ำกว่าแรงสูงสุด 3 ครั้งหลังที่แรงสูงสุด) 8.พัก(30-60 วินาที 9.ทดสอบด้วยแรงสูงสุดที่ความเร็วต่ำ (4-6 ครั้ง) 10.พัก (30-60 วินาที)ทดสอบด้วยแรงสูงสุดที่ความเร็ว (4-6 ครั้ง) 11. พัก (30-60 วินาที) 12. ทดสอบความทนทานของกล้ามเนื้อ 13.ทดสอบอวัยวะระยางแขนหรือขาด้านตรงข้าม 14.บันทึกผลการทดสอบ 15. อธิบายผลแก่ผู้เข้ารับการทดสอบ

คำแนะนำในการสร้างแบบทดสอบกล้ามเนื้อด้วยเครื่อง ไอโซคิเนติค

การสร้างแบบทดสอบกล้ามเนื้อชนิดไอโซคิเนติคและไอโซเมตริกด้วยเครื่องไอโซคิเนติค มีองค์ประกอบที่ต้องคำนึงอยู่ 3-4 ประการ คือ ระยะเวลาในการทดสอบ (duration) ความเร็ว

หรือมุมในการทดสอบ (velocity) ช่วงการเคลื่อนที่ของข้อต่อ (range of motion) และความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับความตึงของกล้ามเนื้อ

ที่ผ่านมามีวิธีการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว ที่ทำในกลุ่ม งอลำตัว และ กลุ่มเหยียดลำตัว นั้น นักวิจัยหลายกลุ่มทำการศึกษาวิจัยทั้งในกลุ่มคนปกติและในคนที่มีอาการปวดหลังในผู้หญิงและผู้ชายแต่ละคนใช้วิธีการทดสอบแตกต่างกัน ซึ่ง Davies และคณะได้สรุปผลไว้ดังนี้

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม กลุ่มเหยียดลำตัว มากกว่ากล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัว ที่การทดสอบทั้ง 3 แบบ คือ การทดสอบชนิดไอโซเมตริก ไอโซโทนิค และ ไอโซคิเนติค

2. กล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวแข็งแรงกว่ากลุ่มเหยียดลำตัวขณะทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 120°ต่อวินาที ขณะที่พบว่ากล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว แข็งแรงเท่ากับ กลุ่มเหยียดลำตัว ที่ความเร็ว 90°ต่อวินาที และพบว่ากล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว แข็งแรงกว่า งอลำตัว ที่ความเร็ว 30°ต่อวินาที และ 60°ต่อวินาที และนักวิจัยกลุ่มนี้ให้เหตุผลกับผลที่เกิดขึ้นว่า สาเหตุมาจากแรงโน้มถ่วงของโลกและผลของความเฉื่อย แสดงให้เห็นว่ากล้ามเนื้อที่ทำงานตามแรงโน้มถ่วงของโลกแข็งแรงกว่ากล้ามเนื้อกลุ่มที่ทำงานต้านแรงโน้มถ่วงโลก

3. กล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวแข็งแรงกว่ากลุ่มเหยียดลำตัวขณะทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิด ไอโซเมตริก

4. การหดตัวชนิดไอโซเมตริก จะมีแรงสูงสุดเมื่อเคลื่อนไหวใกล้จุดสิ้นสุดของการเคลื่อนไหวและพบว่ากล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวแข็งแรงใกล้เคียงกันกับกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวในผู้หญิงและผู้ชายที่การทดสอบชนิดไอโซคิเนติค

ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการทดสอบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 60° และ 120° ต่อวินาทีเพื่อดูผลทั้งที่ความเร็วต่ำและความเร็วปานกลาง ขณะกล้ามเนื้อมีการเคลื่อนไหว และทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° และ 30° ก่อนและหลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

การออกกำลังเฉพาะส่วนกับการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของร่างกาย

ผู้ชายสามารถสูญเสียน้ำหนักตัว (weight loss) จากการออกกำลังกายได้ดีกว่าผู้หญิง ซึ่งอาจจะสัมพันธ์กับการกระจายตัวของไขมันในร่างกาย (body fat) นั่นคือ ผู้ชายจะมีการกระจายตัวของไขมันมากกว่าผู้หญิง (Ballor และ Kessey, 1991) และพบว่าขบวนการสลายไขมัน(lypolysis)ที่เกิดจากการกระตุ้นของระบบประสาทซิมพาเตติค (sympathetic nerve) และจากการใช้พลังงานที่มากกว่าในการเคลื่อนไหวขณะออกกำลังกาย บริเวณที่มีการออกกำลังก็มีผลต่อการสูญเสียไขมันได้ ดังนั้นบริเวณที่มีการกระจายตัวของไขมันมาก เช่นบริเวณร่างกายส่วนบนที่มากกว่าส่วนล่าง คือบริเวณหน้าท้องก็เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ผู้ชายและบริเวณร่างกาย

ส่วนบนมีการสูญเสียน้ำหนักตัว (weight loss)ที่มีผลมาจากการออกกำลังกายได้มากกว่าผู้หญิงและร่างกายส่วนล่าง (Arner และคณะ, 1991) ด้วยเหตุนี้ ถ้าเราออกกำลังกายเฉพาะส่วนหน้าท้อง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการกระจายตัวของไขมันน้อยกว่าจะสามารถ ลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังและขนาดเส้นรอบวงได้ดีกว่า บริเวณที่ไม่ได้ออกกำลังหรือไม่ และมีการศึกษาถึงผลของการออกกำลังกายเฉพาะส่วน โดยใช้ท่าบริหารหรือการยกน้ำหนักบริเวณกล้ามเนื้อที่ต้องการฝึก การใช้ท่าบริหารที่มีอยู่มากมายหลายท่ามาฝึกเพื่อให้กล้ามเนื้อในส่วนที่ออกกำลังกระชับดูดีขึ้น ช่วยลดสัดส่วนบริเวณที่ออกกำลังกายโดยเฉพาะบริเวณหน้าท้อง เริ่มเป็นที่นิยมแพร่หลายมากขึ้น ในขณะที่การศึกษาถึงผลของการออกกำลังเฉพาะส่วนที่ผ่านมามีทั้งที่สามารถลดและไม่สามารถลดสัดส่วนบริเวณที่ออกกำลังกายลงได้ ที่ผ่านมามีการศึกษาเพียงเล็กน้อยเกี่ยวกับการออกกำลังกายเฉพาะส่วน ต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดเซลล์ไขมัน ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง และขนาดเส้นรอบวงของร่างกาย โดยอาศัยพื้นฐานหลักที่กล่าวว่า การออกกำลังกายเฉพาะส่วนสามารถลดไขมันหรือลดสัดส่วนของร่างกายบริเวณที่ออกกำลังได้ มีหลักฐานการศึกษาของ Mohr ปี 1965 พบว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก โดยเกร็งกล้ามเนื้อค้างไว้ครั้งละ 6 วินาที ฝึก 6 วันต่อสัปดาห์สามารถลดขนาดเส้นรอบวงของเอวลงได้โดยทำให้กล้ามเนื้อบริเวณที่ออกกำลังแข็งแรงกระชับขึ้น และจากการศึกษาของ Olson และ Edelstein ปี 1968 ถึงผลของการออกกำลังเฉพาะส่วนโดยการยกน้ำหนักใช้กล้ามเนื้อแขน พบว่าสามารถลดความหนาของไขมันบริเวณกล้ามเนื้อแขน (triceps) ได้ ต่อมา Gwinup และ Stienberg (1971)ได้ทำการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงขนาดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังและขนาดเส้นรอบวงของแขนในนักกีฬาเทนนิสโดยเปรียบเทียบระหว่างแขนข้างที่ออกกำลังกับแขนข้างที่ไม่ได้ออกกำลัง พบว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังของแขนทั้งสองข้างลดลงไม่แตกต่างกันแต่ขนาดเส้นรอบวงของแขนข้างที่ออกกำลังมีขนาดเพิ่มขึ้น เนื่องจากเส้นใยกล้ามเนื้อมีขนาดขยายใหญ่ขึ้น

Krotkiewski และคณะ(1979) ได้ให้เหตุผลเกี่ยวกับผลการออกกำลังเฉพาะส่วนต่อการเปลี่ยนแปลงของไขมันและสัดส่วนของร่างกายที่ต่างกันไว้ว่าวิธีการที่ใช้ในการวัดผลและวิธีการฝึกออกกำลังที่ต่างกันมีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงของขนาดเซลล์ไขมันและสัดส่วนต่างกันได้ ดังที่ Katch ได้ทำการศึกษาในปี 1980 พบว่าการเปลี่ยนแปลงของขนาดเซลล์ไขมันที่ทำการวัดผลโดยวิธีตรงคือการตัดตรวจชิ้นเนื้อ (biopsy) มีผลการเปลี่ยนแปลงที่ดีกว่าวิธีการวัดโดยอ้อมคือการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังและขนาดเส้นรอบวงจากบริเวณที่ต้องการเลือกประเมินผลซึ่งพบว่าวิธีตรงสามารถประเมินผลการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ไขมันตามความเป็นจริงได้มากกว่าวิธีอ้อม แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีผู้ที่นิยมใช้วิธีอ้อมอยู่เพราะเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย สะดวกไม่ยุ่งยากและที่สำคัญผู้เข้ารับการทดสอบไม่เจ็บปวดจากการตรวจวัด (Gwinup, 1971)

จากผลการศึกษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้นจะเห็นได้ว่ายังต้องการงานวิจัยที่จะนำมาสนับสนุนผลจากการฝึกออกกำลังเฉพาะส่วนต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดเซลล์ไขมันและสัดส่วน

ของร่างกายอีกมาก เพราะที่ผ่านมาสำหรับในทางการแพทย์ การที่แพทย์หรือบุคลากรทางการแพทย์ แนะนำคนไข้ให้บริหารกล้ามเนื้อด้วยท่าบริหารแต่ละท่าเพื่อฝึกบริหารกล้ามเนื้อแต่ละส่วนนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับกล้ามเนื้อส่วนที่ได้รับบาดเจ็บให้สามารถกลับไปทำงานได้ตามปกติ ดังนั้นถ้าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน ถ้าสามารถลดสัดส่วนของร่างกายได้และสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณที่ออกกำลังกายได้ด้วย ก็เป็นสิ่งที่น่าพึงพอใจ

ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่มุ่งศึกษาถึงผลของการฝึกบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนทั้งในกลุ่มคนไข้และคนปกติที่มีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและสัดส่วนของร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย ขนาดของเซลล์ไขมัน ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังและขนาดเส้นรอบวง บริเวณที่มีการออกกำลังกาย ดังต่อไปนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Tom และ Thomas (1989) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลการฝึกท่า abdominal crunch, ท่า seated incline และท่า incline sit-up ในกลุ่มประชากรศึกษาที่มีกล้ามเนื้อหน้าท้องอ่อนแรงแต่ไม่เป็นโรคอ้วน อายุระหว่าง 18-26 ปี จำนวน 45 คน (ชาย 24, หญิง 21) ทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม โดยกลุ่มที่ 1 ทำการฝึกท่า abdominal crunch และกลุ่มที่ 2 ฝึกท่า seated incline จะฝึกวันละ 3 รอบ ฝึก 10-15 ครั้งเต็มที่ไม่สามารถยกครั้งต่อไปได้ [10-15 repetition maximum(RM)] โดยแต่ละรอบให้พัก 30 วินาที และกลุ่มที่ 3 ฝึกท่า incline sit-up ฝึกวันละ 1 รอบจนกล้ามเนื้อล้า ทุกกลุ่มทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์เป็นเวลา 10 สัปดาห์ จะทำการทดสอบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ โดยใช้การทดสอบให้ยกน้ำหนักที่สามารถยกได้เต็มที่เพียงครั้งเดียว (1 RM) ของท่า abdominal crunch กับท่า seated incline และโดยการนับจำนวนครั้งของการทำ sit-up ใน 1 นาที ความหนาของไขมันบริเวณหน้าท้องและขนาดเส้นรอบวงของหน้าท้องส่วนบน (upper abdominal girth) และหน้าท้องส่วนล่าง (lower abdominal girth) ของทั้ง 3 กลุ่มฝึก โดยการหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Paired t-tests เพื่อกำหนดความแตกต่างก่อนและหลังการฝึก 10 สัปดาห์

ผลปรากฏว่า

1. ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่การทดสอบท่า abdominal crunch ก่อนและหลังการฝึกทั้ง 3 กลุ่มเพิ่มขึ้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่การทดสอบท่า seated incline ก่อนและหลังการฝึกในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่การทดสอบ โดยการนับจำนวนครั้งของการทำ sit-up ใน 1 นาที ก่อนและหลังการฝึกในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 3 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องก่อนและหลังการฝึกของกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นรอบวงของหน้าท้องส่วนบนก่อนและหลังการฝึกของทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ค่าเฉลี่ยขนาดเส้นรอบวงของหน้าท้องส่วนล่างก่อนและหลังการฝึกในกลุ่มที่ 1 เพิ่มขึ้นแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวได้ว่า การฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องทั้ง 3 ท่า โดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซโทนิค สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหน้าท้องบริเวณที่ใช้ออกกำลังกายหลังการฝึก 10 สัปดาห์ แต่ทั้ง 3 ท่าฝึกไม่สามารถลดขนาดเส้นรอบวงของหน้าท้องส่วนบนได้ และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นและพบว่าในกลุ่มที่ฝึกท่า abdominal crunch โดยให้น้ำหนักต้านสูงสุด ขนาดเส้นรอบวงของหน้าท้องส่วนล่างเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มที่ฝึกท่า seated incline และกลุ่มที่ฝึกท่า incline sit-up เนื่องจากกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น

Katch (1984) ได้ทำการศึกษาในคนที่มีสุขภาพดีเพศชาย จำนวน 19 คน อายุ 19.4 $\pm$2.3 ปี โดยแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 13 คนให้ทำการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องท่า sit-up และแบ่งเป็นกลุ่มควบคุม 6 คน กลุ่มทดลองจะทำการฝึก sit-up เป็นเวลา 27 วัน ติดต่อกัน ฝึกวันละ 10-20 รอบ รอบละ 7-24 ครั้ง แต่ละรอบพัก 16-30 วินาที รวมจำนวนครั้งที่ทำได้ทั้งหมด 5004 ครั้ง ตลอดเวลา 27 วัน ก่อนการฝึกและเมื่อสิ้นสุดการฝึกทำการทดสอบดูขนาดและจำนวนของเซลล์ไขมัน (adipose tissues) โดยการตัดตรวจชิ้นเนื้อ (biopsy) 3 บริเวณ คือ บริเวณหน้าท้อง (adbominal) ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังเปรียบเทียบกับบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลัง คือบริเวณใต้สะบัก (subscapular) และบริเวณก้น (buttocks) และวัดสัดส่วนของร่างกาย พบว่า

1. ปริมาณและขนาดของ adipose tissue ทั้ง 3 บริเวณก่อนและหลังการฝึกลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01ในกลุ่มทดลอง

2. เปอร์เซนต์ไขมันทั้งร่างกาย ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณท่อนแขนบนด้านหลัง (triceps) สะบัก (scupula) และบริเวณหน้าท้อง (abdominal) ก่อนและหลังการฝึกในกลุ่มทดลองลดลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05

กล่าวได้ว่า ปริมาณและขนาดของ adipose tissue บริเวณหน้าท้องซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังลดลงภายหลังการฝึก sit-up แต่ไม่แตกต่างกับบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลังทั้ง 2 บริเวณ คือบริเวณใต้สะบักและบริเวณก้น และพบว่าการฝึก sit-up ไม่มีผลในการลดขนาดเส้นรอบวงบริเวณเอวและหน้าท้อง ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังเมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณน่องก้น และบริเวณท่อนแขนล่างที่ไม่ได้ใช้ในการออกกำลัง

Gwinup, Cheluam และ Steinbery (1971)ทำการศึกษาถึงผลของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังและขนาดเส้นรอบวงของแขนข้างที่ถนัดกับข้างที่ไม่ถนัดในนักกีฬาเทนนิสอาชีพชายและหญิงที่เล่นเทนนิสมากกว่า 6 ชั่วโมงต่อสัปดาห์เป็นเวลามากกว่า 2 ปีมาแล้วเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้เล่นเทนนิสจากการวิจัยพบว่า

1. ขนาดเส้นรอบวงของต้นแขนล่าง (forearms) ข้างที่ใช้เล่นเทนนิสกับข้างที่ไม่ได้เล่นเทนนิสทั้งในนักเทนนิสชายและหญิง เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ในกลุ่มควบคุมชายและหญิงไม่มีความแตกต่าง

2. ขนาดเส้นรอบวงของต้นแขนบน (upper arms) ข้างที่ใช้เล่นเทนนิสกับข้างที่ไม่ใช้เล่นเทนนิส ทั้งในนักเทนนิสชายและหญิงเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แต่ในกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

3. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณ upper arms และ forearms ข้างที่ใช้เล่นเทนนิสกับข้างที่ไม่ใช้ออกกำลังในกลุ่มนักเล่นเทนนิสชายและหญิงลดลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ.01

กล่าวได้ว่า การออกกำลังกายเฉพาะส่วน มีผลทำให้ขนาดเส้นรอบวงบริเวณ upper arms และ forearms ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้ออกกำลังกายเพิ่มขึ้นซึ่งเกิดจากกล้ามเนื้อมีขนาดใหญ่ขึ้น (hyperthophy) จากการฝึกเล่นเทนนิส แต่การเปลี่ยนแปลงของความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณที่ออกกำลังลดลงแต่ไม่แตกต่างจากแขนข้างที่ไม่ได้ออกกำลัง

Matthews และ Cross (1991) ศึกษาผลของการเพิ่มแรงต้านทานในการฝึกในผู้หญิงระดับมหาวิทยาลัย 17 คน โดยใช้น้ำหนักเข้าช่วยในการออกกำลังเฉพาะส่วนต่างๆ โดยฝึกแบบวงจรใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ยูนิเวอร์ซอลยิม แมชชีน (Universal Gym Machine) การออกกำลังต่อไปนี้ทำ 2 ชุด ในแต่ละท่าประกอบด้วยท่า งอแขน ยืดอก นอนหงายยกจากอก (ดึงโดยใช้กล้ามเนื้อหลัง) ลุกนั่ง (sit-up) งอต้นแขน กรรเชียงบก เบนท์ อาม พูล โอเวอร์ (bent-arm pull-ver) วริส โรส (wrist roll) ซีส เลก (seated leg) และเพลส แอนด์ เบล เรช (press and bell raise) ให้แต่ละคนฝึก 10 เที่ยว จากน้ำหนักที่สามารถยกได้เต็มที่ 15 เที่ยว (15 repetition maximum) จะเพิ่มน้ำหนักขึ้นทุกสัปดาห์ ฝึกทั้งหมดเป็นเวลา 9 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ครั้ง ทดสอบผลก่อนและหลังการฝึก โดยการวัดสัดส่วนของร่างกายจากความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณที่ทำการฝึก 7 แห่งคือบริเวณกล้ามเนื้อ triceps, biceps, calf, thigh, abdominal, chest, และ บริเวณ suprailiac วัดขนาดเส้นรอบวงของกล้ามเนื้อ 8 แห่งเป็นบริเวณเดียวกับบริเวณที่ใช้วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังโดยเพิ่มบริเวณ deltoid อีก 1 ตำแหน่ง และวัดกัมมันตรังสีของธาตุโปตัสเซียมของร่างกายทั้งหมด (K-scintillation) จากการวัดโปตัสเซียมจากมวลสารของร่างกาย สามารถคำนวณน้ำหนักของเปอร์เซ็นต์ไขมันของร่างกายได้ จากการวิจัยพบว่าสิ่งที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณ biceps และขนาดเส้นรอบวงของไหล่ แต่ขนาดเส้นรอบวงอีก 7 แห่งเปอร์เซ็นต์ไขมันและความหนาของไขมันบริเวณอื่นกลับลดลง โดยที่น้ำหนักของร่างกายไม่เปลี่ยนแปลง

มากนักในเวลา 9 สัปดาห์ กลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ออกกำลังไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการทดสอบต่าง ๆ สรุปว่า การฝึกโดยใช้น้ำหนักเป็นแรงต้านด้วยน้ำหนัก 2 ใน 3 ของความสามารถสูงสุดและอาศัยหลักการเพิ่มความหนักทุกสัปดาห์ สามารถเปลี่ยนสัดส่วนร่างกายของผู้หญิงได้ ไม่ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณที่ออกกำลังใหญ่ขึ้นและไม่ทำให้น้ำหนักของร่างกายเปลี่ยนแปลงมาก

Olson และ Edelstien (1968) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อ triceps ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลัง ในกลุ่มนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 32 คน โดยให้ออกกำลังโดยใช้น้ำหนักช่วยเป็นเวลา 6 สัปดาห์ การฝึกประกอบด้วยการยกลูกดัมเบล 3 ชุดในท่างอแขนและเหยียดแขนสลับกัน ท่าละ 7 ครั้งในแต่ละชุด พักระหว่างชุด 3 นาทีจนครบ 3 ชุด วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังของกล้ามเนื้อ triceps วัดขนาดเส้นรอบวงของแขนท่อนบนบริเวณกล้ามเนื้อ triceps ขณะที่งอและเหยียดแขน วัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะงอข้อศอกและเหยียดข้อศอก

พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังของกล้ามเนื้อ triceps ของแขนข้างที่ได้รับการฝึกลดลงอย่างมีนัยสำคัญในระหว่าง 6 สัปดาห์ของการฝึก ขณะที่ความหนาของผิวหนังของแขนข้างที่ไม่ได้ฝึกเพิ่มขึ้น แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของแขนทั้ง 2 ข้างที่ฝึกและไม่ฝึก เมื่อทำการวัดขนาดเส้นรอบวงของแขนมีค่าเพิ่มขึ้น ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อแขนขณะเหยียดข้อศอกข้างที่ได้รับการฝึกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สรุปว่าการฝึกโดยใช้น้ำหนักต้านเฉพาะที่ของกล้ามเนื้อแขนมีผลต่อการลดลงของเนื้อเยื่อไขมันใต้ผิวหนังและสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณที่ออกกำลังกายได้

Joseph (1995) ทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกบริหารกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว กับกลุ่มเหยียดลำตัว โดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ทำการศึกษาในกลุ่มคนไข้ที่มีอาการปวดหลังแบ่งคนไข้เป็น 3 กลุ่ม <u>กลุ่มที่ 1</u> ทำการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องท่า pelvic tilt ท่า sit-up และท่า double knee to chest แต่ละท่าเกร็งค้างไว้ 5 วินาที จำนวน 10 ครั้ง รวมกับการทำกายภาพบำบัด <u>กลุ่มที่ 2</u> ทำการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหลังท่า press-up ให้เกร็งกล้ามเนื้อค้างไว้ครั้งละ 5 วินาที จำนวน 20 ครั้ง รวมกับการทำกายภาพบำบัด และ <u>กลุ่มที่ 3</u> เป็นกลุ่มควบคุมไม่มีการฝึกและไม่มีการทำกายภาพบำบัด โดยกลุ่มทดลองทั้ง 2 กลุ่มจะทำการฝึกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ และจะทำการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว ความสามารถในการเคลื่อนไหวของร่างกายและความสามารถในการกลับไปทำงานได้ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 1 2 4 และสัปดาห์ที่ 8 จากการวิจัย

พบว่า กลุ่มที่1 ซึ่งฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องกับ กลุ่มที่2 ที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อหลังสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว ได้ไม่แตกต่างกัน และพบว่าสามารถเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนไหวและมีสัดส่วนของความสามารถในการกลับไปทำงานได้ ภายหลังการฝึก 1 สัปดาห์ ซึ่งแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปได้ว่า การฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องและการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหลังเป็นผลดีในการฟื้นฟูคนไข้ที่มีอาการปวดหลัง โดยสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้งกลุ่มงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว ได้ไม่แตกต่างกัน กล่าวได้ว่า ขณะฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องทำให้กล้ามเนื้อหลังซึ่งทำหน้าที่ตรงกันข้ามได้รับการฝึกด้วยจากการถูกยืดของกล้ามเนื้อ และในขณะเดียวกันกล้ามเนื้อหน้าท้องจะถูกยืดออกเมื่อกล้ามเนื้หลังออกแรงขณะฝึก

Takemasa และคณะ (1995) ทำการศึกษาผลความแตกต่างของความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว (trunk muscle strength) และผลของการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัว (trunk muscle exercise) ระหว่างกลุ่มคนปกติกับคนไข้ที่มีอาการปวดหลัง
โดยแบ่งกลุ่มศึกษาออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นชาย 38 คน หญิง 30 คน เป็นคนไข้ที่มีอาการปวดหลังและมีรอยโรคที่กระดูกสันหลัง มีอาการชาปลายขา

กลุ่มที่ 2 เป็นชาย 30 คน หญิง 25 คน เป็นคนไข้ที่มีอาการปวดหลังแต่ไม่มีรอยโรคของกระดูกสันหลัง ไม่มีอาการชาปลายขา

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มควบคุมเป็นชาย 65 คน หญิง 61 คน เป็นกลุ่มคนปกติไม่มีอาการปวดหลังและไม่ได้รับการฝึก

โดยจะทำการศึกษาเปรียบเทียบผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวขณะทำการทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก และ ไอโซคิเนติค ระหว่างก่อนให้โปรแกรมกับหลังให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก 4 ท่า ประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องท่า semi sit-up ท่า prone trunk extension ท่า pelvic tilt และท่าบริหารกล้ามเนื้อหลังท่า double-knee to chest ทำการฝึกทุกวันโดยให้ฝึก ท่าละ 10 ครัง แต่ละครั้งเกร็งค้างไว้ 7 วินาทีเป็นเวลา 3 เดือน

<u>จากผลการวิจัยพบว่า</u>

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก และไอโซคิเนติค ในกลุ่มที่ 1 กลุ่มที่ 2 น้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) แต่ระหว่างกลุ่มที่ 1 กับกลุ่มที่ 2ไม่แตกต่างกันทางสถิติก่อนให้โปรแกรมฝึก

2. หลังให้โปรแกรมฝึกในกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p <0.01$) ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก และไอโซคิเนติค ในคนไข้ทั้ง 2 กลุ่ม

สรุปได้ว่า ผลของการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวมีผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัวทั้งที่ให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกและไอโซคิเนติคด้วยความเร็วคง 60 องศาต่อวินาทีตลอดช่วงของการเคลื่อนไหวเป็นผลดีต่อการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันและเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้คนไข้สามารถกลับไปทำงานได้ตามปกติเมื่อกล้ามเนื้อ

มีประสิทธิภาพดีขึ้นทั้งการเคลื่อนไหวอยู่กับที่และการเคลื่อนไหวที่มีการเคลื่อนที่ตลอดช่วงของการเคลื่อนไหว

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการออกกำลังเฉพาะส่วนที่พบว่ามีผลและไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของร่างกายและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะที่ได้รับการฝึก ด้วยวิธีการฝึกและกลุ่มศึกษาที่แตกต่างกัน การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจการออกกำลังเฉพาะส่วน โดยเฉพาะส่วนของลำตัว ที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหน้าท้องและกล้ามเนื้อหลังซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ขณะงอและกลุ่มเหยียดลำตัว แต่เนื่องจากร่างกายส่วนบนซึ่งเป็นส่วนที่มีการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันน้อย จึงมีไขมันสะสมใต้ผิวหนังมากกว่าร่างกายส่วนล่างโดยเฉพาะบริเวณหน้าท้องซึ่งเป็นปัญหาที่พบเห็นได้บ่อยในผู้ที่มีไขมันสะสมที่หน้าท้องมากเกินไปทำให้แลดูพุงยื่น กล้ามเนื้อหน้าท้องแข็งแรงน้อยลงเกิดความไม่สมดุลระหว่างกล้ามเนื้อหน้าท้องซึ่งทำหน้าที่งอลำตัวกับกล้ามเนื้อหลังที่ทำหน้าที่ขณะกลุ่มเหยียดลำตัวและเมื่อร่างกายอยู่ในสภาวะหน้าท้องยื่นนาน ๆ ทำให้กระดูกสันหลังบริเวณเอวแอ่นไปข้างหน้ามากขึ้น เกิดแรงกดต่อหมอนรองกระดูกสันหลัง มีโอกาสเสี่ยงต่อการบาดเจ็บและเกิดอาการปวดหลังได้มากกว่าปกติ นอกจากนี้ยังทำให้รูปร่างและท่าทางไม่เหมาะสม ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะทำการศึกษาโดยการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องแต่ละส่วนคือ ส่วนบน ส่วนล่างและแนวเฉียงร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง โดยใช้หลักการเพิ่มความหนักและความนานในการฝึกขึ้นทุก 2 สัปดาห์และควบคุมน้ำหนักตัวไม่ให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงเกิน 2 กิโลกรัมตลอดช่วงที่มีการฝึก เพื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ทั้งขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกและไอโซคิเนตริกเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในคนไข้ปวดหลังเนื่องจากความไม่สมดุลของกล้ามเนื้อ ช่วยให้การเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันดีขึ้น และศึกษาความหนาของไขมันใต้ผิวหนังและขนาดเส้นรอบวงของร่างกายบริเวณที่ได้รับการฝึกและบริเวณที่ไม่ได้รับการฝึก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง

คัดเลือกจากบุคลากรหญิงของโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์จำนวน 30 คน โดยมีเกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง (inclusion criteria) ดังนี้

1. มีอายุระหว่าง 25-40 ปี
2. เป็นผู้มีสุขภาพดีไม่เป็นโรคอ้วน (BMI น้อยกว่า 25) ทำงานประเภทนั่งโต๊ะ (sedentary life style) มากกว่า 4 ชั่วโมง
3. ผู้ที่ออกกำลังกายเฉลี่ยน้อยกว่า 4 ครั้งต่อเดือนในช่วงเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา
4. เป็นผู้ที่ไม่ได้อยู่ในช่วงควบคุมหรืองดอาหาร สามารถควบคุมให้น้ำหนักตัวไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเกิน 2 กิโลกรัมและไม่มีการเปลี่ยนแปลงกิจวัตรประจำวัน ไม่ออกกำลังกายเพิ่มเติมจากโปรแกรมที่ได้รับตลอดการศึกษาวิจัย
5. เป็นผู้สมัครใจเข้าร่วมฝึกตามโปรแกรมบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ ๆ ละ 5 วัน คือ วันจันทร์-ศุกร์ โดยทำการฝึกวันละ 25 นาที (ระยะเวลาระหว่าง 7.00-7.25 น.) ตึกเจริญสมศรี ภาควิชาเวชศาสตร์ฟื้นฟู โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

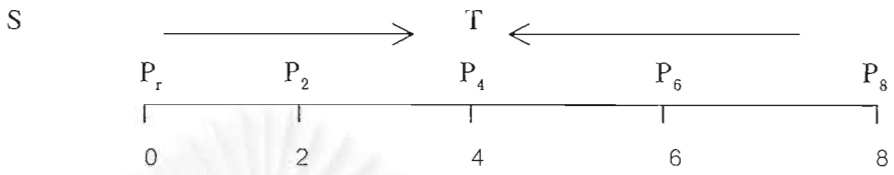
ภายหลังการเข้าโปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัว กลุ่มตัวอย่างจะถูกคัดออกจากการศึกษาวิจัยในระหว่างการทำศึกษาวิจัย โดยมีเกณฑ์การคัดออก (exclusion criteria) คือ ผู้ที่ไม่สามารถทำการฝึกตามโปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นได้ตลอดการศึกษาวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว ยี่ห้อ Cybex II dynamometer รุ่น 6000 ใช้ทดสอบความแข็งแรงขณะกล้ามเนื้อหดตัวทั้งชนิดไอโซเมตริกและไอโซคิเนติค
2. เครื่องวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง (lange skinflold caliper)
3. สายวัด ใช้วัดสัดส่วนของร่างกาย ขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพก
4. เครื่องชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง
5. โปรแกรมการบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

รูปแบบการวิจัย (Research Design)

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research design)แบบที่เรียกว่า pretest- posttest design



ระยะเวลาการทดลอง (สัปดาห์)

S	หมายถึง	กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งทำการคัดเลือกมาจำนวน 30 คน
P_r	หมายถึง	การทดสอบก่อนการฝึก
$P_2P_4P_6P_8$	หมายถึง	การทดสอบภายหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8
T	หมายถึง	โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น รายละเอียดในภาคผนวก จ.

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ผู้วิจัยทำการวิจัยนำร่อง (pilot study) กำหนดความหนัก-เบาของโปรแกรมบริหารกล้ามเนื้อลำตัว เพื่อให้มีความเหมาะสมทั้งจำนวนรอบ จำนวนครั้งของการฝึก และระยะเวลาที่ใช้ในการฝึกกับคนที่ไม่เคยออกกำลังกายมาก่อน โดยทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง 10 คน

2. นำโปรแกรมการออกกำลังกายไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบ แก้ไขปรับปรุงและให้ข้อเสนอแนะ เพื่อให้โปรแกรมการบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก มีความสมบูรณ์ถูกต้องและเหมาะสม

3. ผู้วิจัยศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

4. ผู้เข้ารับการทดลองกรอกแบบฟอร์มยินยอมเข้ารับการทดลอง(informed consent)

5. ก่อนเริ่มการฝึกตามโปรแกรมบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้นผู้เข้ารับการทดลองได้รับแจกเอกสารชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ ในการออกกำลังกายและการทดสอบ เช่น ท่าบริหารที่ใช้ในโปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อ โดยผู้วิจัยทำการสาธิตวิธีการที่ถูกต้อง เพื่อให้ผู้เข้ารับการทดลองมีความเข้าใจตรงกัน

6. ทำการทดสอบก่อนฝึก (pretest) กับอาสาสมัครทุกคนซึ่งทุกคนจะต้องปฏิบัติตัวดังรายละเอียดในภาคผนวก ก และทำการบันทึกผลการทดสอบดังภาคผนวก ข ตามลำดับดังนี้

6.1 ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง เพื่อหาค่า BMI จากสูตรข้างล่าง ซึ่งค่า BMI ต้องไม่เกิน 25 และน้ำหนักตัวต้องไม่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเกิน 2 กิโลกรัมตลอดเวลาที่เข้าโปรแกรม

$$BMI = \frac{\text{Weight (kg)}}{\text{Height x height (M)}} \qquad \text{หน่วยเป็น } kg/m^2$$

6.2 ความหนาของไขมันใต้ผิวผนังบริเวณหน้าท้องและบริเวณใต้ท้องแขน รายละเอียดตามภาคผนวก ค

6.3 ขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพก ตามรายละเอียดตามภาคผนวก ค

6.4 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว 2 แบบ คือ ทดสอบขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° และ 30° และชนิดไอโซคิเนติค ขณะเคลื่อนไหวด้วยความเร็ว 60° และ 120°ต่อวินาที รายละเอียดดังภาคผนวก ง

7. ดำเนินการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ตามโปรแกรมที่ผู้วิจัยได้กำหนดขึ้น รายละเอียดดังภาคผนวก จ

8. ทำการทดสอบผลหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 (post-exercise) ตามรายละเอียดในข้อ 7

9. นำข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้แล้วมาทำการวิเคราะห์และคำนวณด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โปรแกรม เอส พี เอส เอส พี ซีพลัส (SPSS/PC$^+$: Statistical Package for Social Sciences/Personal Computer) โดยหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย (mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation : SD) ของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง ค่า BMI ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกที่ 0°และ 30°และขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 60°ต่อวินาที และที่ 120°ต่อวินาที พร้อมทั้งค่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องและบริเวณใต้ท้องแขน รวมไปถึงขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพกก่อนการฝึกและหลังการฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8

2. เปรียบเทียบผลการทดสอบทุกรายการภายในกลุ่มทดลอง โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว (one – way repeated measurement) เพื่อทดสอบความมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 หากพบว่ามีความแตกต่าง จะทำการเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey (a)]

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก และภายหลังการดำเนินการวิจัยดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ได้มีการทดสอบผลการฝึกดังต่อไปนี้

1. วัดผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัวทำการทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคที่ความเร็วของการเคลื่อนไหว60°ต่อ วินาที และ 120°ต่อ วินาที และขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกที่ 0° และ 30°
2. วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องและบริเวณใต้ท้องแขน
3. วัดขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพก

ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบผลของการทดสอบก่อนการฝึกและหลังการให้โปรแกรมฝึกไปแล้วสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน มี 3 คนที่ไม่สามารถเข้าร่วมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด ไอโซเมตริก ได้ตลอด 8 สัปดาห์ นำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์ตามระเบียบวิธีทางสถิติและแสดงผลการทดลอง ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.1 สภาพร่างกายของตัวอย่างประชากรที่เข้ารับการฝึกตามโปรแกรม

ตัวอย่างประชากร	จำนวน (คน)	อายุเฉลี่ย (ปี)	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ส่วนสูงเฉลี่ย (เซนติเมตร)	BMI เฉลี่ย (กิโลกรัม/เมตร^2)
ก่อนฝึก	27	30.11± 5.22	50.24± 5.39	157.45 ± 4.93	20.22 ± 1.69
หลังฝึก	27	30.11± 5.22	50.25 ± 5.56	157.44 ± 4.92	20.32 ± 1.81

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มประชากรตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยของอายุ น้ำหนัก ส่วนสูง และค่า BMI ก่อนและหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวที่การทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 60° ต่อ วินาที ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ในกลุ่มที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	12149.60	467.29	
ภายในบุคคล	108	81054.80	750.51	
ระหว่างทดสอบ	4	74383.66	18595.92	292.27*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและระยะเวลาการทดสอบ	104	6617.14	63.63	
รวม	134	93204.40	695.56	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ทดสอบที่ความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ 60° ต่อ วินาที ระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกกับหลังการให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.3 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ทดสอบความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ 60°ต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ตามวิธีของตูกี(เอ) [Tukey(a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย (N.m)	67.63	94.59	110.44	124.63	134.04
ก่อนฝึก	67.63		26.96*	42.81*	57.00*	66.41*
หลังฝึก 2 สัปดาห์	94.59			15.85*	30.04*	39.45*
4 สัปดาห์	110.44				14.19*	23.60*
6 สัปดาห์	124.63					9.41*
8 สัปดาห์	134.04					

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 60° ต่อ วินาที เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ระหว่างคู่ก่อนฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังฝึก 2 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์ กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนรูปแบบการทดลองแบบการวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะทำการทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคที่ความเร็ว 60° ต่อ วินาที ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด ไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	26874.80	1033.65	
ภายในบุคคล	108	89659.60	830.18	
ระหว่างทดสอบ	4	79964.62	19991.16	214.45*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และระยะเวลาการทดสอบ	104	9694.98	93.22	
รวม	134	11653.44	869.66	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.4 พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 60° ต่อ วินาที ระหว่างก่อนให้โปรแกรมการฝึกกับหลังให้โปรแกรมฝึก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ 60° ต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ตามวิธีของตูกี(เอ)[Tukey (a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย (N.m)	68.56	94.04	111.15	127.81	136.44
ก่อนฝึก	68.56		25.48*	42.59*	59.25*	7.88*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	94.04			17.11*	33.14*	42.40*
4 สัปดาห์	111.15				16.66*	25.29*
6 สัปดาห์	127.81					8.63*
8 สัปดาห์	136.44					

p* < .05

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 60° ต่อ วินาที เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังฝึก 2 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังฝึก 4 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังฝึก 6 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 120°ต่อวินาที ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ของกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	30932.28	1189.70	
ภายในบุคคล	108	103318.80	956.66	
ระหว่างทดสอบ	4	93989.16	23497.29	261.93*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและระยะเวลาการทดสอบ	104	9329.64	89.71	
รวม	134	134251.08	1001.80	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหวที่ 120° ต่อวินาที ระหว่างก่อนให้โปรแกรมการฝึกและหลังให้โปรแกรมการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.7 ตารางทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 120° ต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ตามวิธีของตูกี(เอ) [Tukey(a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย (N.m)	47.59	79.15	96.44	112.78	121.89
ก่อนฝึก	47.59		31.56*	48.85*	65.19*	74.30*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	79.15			17.29*	33.63*	42.74*
4 สัปดาห์	96.44				16.34*	25.45*
6 สัปดาห์	112.78					9.11*
8 สัปดาห์	121.89					

* $p < .05$

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 120°ต่อวินาที เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียว เพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ที่การทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 120°ต่อวินาที ระหว่างก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ของกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	51051.33	1963.51	
ภายในบุคคล	108	117379.60	1086.85	
ระหว่างทดสอบ	4	102540.41	25635.10	*179.66
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและระยะเวลาการทดสอบ	104	14839.19	142.68	
รวม	134	168430.93	1256.95	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 120°ต่อวินาที ระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกและหลังให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.9 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 120°ต่อวินาที ซึ่งเป็นค่าก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey(a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย (N.m)	32.30	67.70	81.89	97.41	112.81
ก่อนฝึก	32.30		30.40*	49.59*	65.11*	80.51*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	67.70			14.19*	29.71*	45.11*
4 สัปดาห์	81.89				15.52*	30.92*
6 สัปดาห์	97.41					15.40*
8 สัปดาห์	112.81					

*p < .05

จากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วในการเคลื่อนไหว 120°ต่อวินาที เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ที่การทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	11058.93	425.34	
ภายในบุคคล	108	79468.80	735.82	
ระหว่างทดสอบ	4	67876.33	16969.08	52 2.24*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ระยะเวลาการทดสอบ	104	11592.47	111.47	
รวม	134	90527.73	675.58	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะงอตัวลำตัวที่ 0° ระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกกับหลังให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.11 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ทดสอบให้กล้ามเนื้อทดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey(a)]

	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก 85.93	หลังฝึก 2 สัปดาห์ 112.56	หลังฝึก 4 สัปดาห์ 129.41	หลังฝึก 6 สัปดาห์ 142.52	หลังฝึก 8 สัปดาห์ 147.70
ก่อนฝึก	85.93		26.63*	43.48*	56.59*	61.77*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	112.56			16.85*	29.96*	35.14*
4 สัปดาห์	129.41				13.11*	18.29*
6 สัปดาห์	142.52					5.18
8 สัปดาห์	147.70					

*p < .05

จากตารางที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะงอตัวที่ 0° เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างหลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ที่การทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	9242.80	355.49	
ภายในบุคคล	108	59787.60	553.59	
ระหว่างทดสอบ	4	53693.51	13423.38	229.08*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและระยะเวลาการทดสอบ	104	6094.09	58.60	
รวม	134	69030.40	515.15	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะเหยียดลำตัวที่ 0° ระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกกับหลังให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.13 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ที่การทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey(a)]

	ค่าเฉลี่ย	ก่อนฝึก 69.78	หลังฝึก 2 สัปดาห์ 91.15	หลังฝึก 4 สัปดาห์ 101.78	หลังฝึก 6 สัปดาห์ 116.81	หลังฝึก 8 สัปดาห์ 126.81
	(N.m)					
ก่อนฝึก	69.78		21.37*	32.00*	47.03*	57.03*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	91.15			10.63*	25.66*	35.03*
4 สัปดาห์	101.78				15.03*	25.03*
6 สัปดาห์	116.81					10.00*
8 สัปดาห์	126.81					

*p < .05

จากตารางที่ 4.13 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะเหยียดลำตัวที่ 0° เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ที่การทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกที่ 0° หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	17526.86	674.11	
ภายในบุคคล	108	66744.40	618.00	
ระหว่างทดสอบ	4	62456.96	15614.24	378.75*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและระยะเวลาการทดสอบ	104	4287.44	41.23	
รวม	134	84271.26	628.89	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.14 พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะงอลำตัวที่ 30° ระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกกับหลังให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ที่การทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 30° ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey(a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย	83.70	111.56	123.44	136.11	145.56
ก่อนฝึก	83.70		27.86*	39.74*	52.41*	61.86*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	111.56			11.88*	24.55*	34.00*
4 สัปดาห์	123.44				12.67*	22.12*
6 สัปดาห์	136.11					9.45*
8 สัปดาห์	145.56					

*p < .05

จากตารางที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ขณะงอลำตัวที่ 30° เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ที่ทำการทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 30° ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	19234.93	739.81	
ภายในบุคคล	108	66906.81	619.51	
ระหว่างทดสอบ	4	59226.56	14806.64	200.50*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ระยะเวลาการทดสอบ	104	7680.25	73.85	
รวม	134	86141.11	642.84	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะงอลำตัวที่ 30° ระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกกับหลังให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.17 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่30° ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey(a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย (N.m)	91.70	117.04	130.07	145.19	149.56
ก่อนฝึก	91.70		25.34*	38.37*	53.49*	57.86*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	117.04			13.03*	28.15*	32.52*
4 สัปดาห์	130.07				15.12*	19.49*
6 สัปดาห์	145.19					4.37
8 สัปดาห์	145.56					

*p < .05

จากตารางที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะเหยียดลำตัว ที่ 30° เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างหลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	3072.70	118.18	
ภายในบุคคล	108	187.10	1.73	
ระหว่างทดสอบ	4	78.77	19.69	18.90*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและระยะเวลาการทดสอบ	104	108.33	1.04	
รวม	134	3249.80	24.33	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.18 พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกกับหลังให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.19 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey(a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย (mm)	17.00	16.17	15.35	14.96	15.11
ก่อนฝึก	17.00		0.83*	1.65*	2.04*	1.89*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	16.17			0.82*	1.21*	1.06*
4 สัปดาห์	15.35				0.39	0.24
6 สัปดาห์	14.96					0.15
8 สัปดาห์	15.11					

*p < .05

จากตารางที่ 4.19 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังเมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05แต่ระหว่างหลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ลดลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.20 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน (ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลัง) ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด ไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	2636.73	101.41	
ภายในบุคคล	108	365.20	3.38	
ระหว่างทดสอบ	4	38.03	9.51	3.02*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและ ระยะเวลาการทดสอบ	104	327.17	3.15	
รวม	134	3001.93	22.40	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.20 พบว่า ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนของกลุ่มที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน(ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลัง) ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey(a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย (mm)	20.11	20.52	21.02	21.37	21.54
ก่อนฝึก	20.11		0.41	0.91	1.26	1.43*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	20.52			0.50	0.85	1.02
4 สัปดาห์	21.02				0.35	0.52
6 สัปดาห์	21.37					0.17
8 สัปดาห์	15.11					

*$p < .05$

จากตารางที่ 4.21 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนเมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ในคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยขนาดเส้นรอบวงของเอว ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	2801.13	107.74	
ภายในบุคคล	108	1128.83	10.45	
ระหว่างทดสอบ	4	166.07	41.52	4.49*
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและระยะเวลาการทดสอบ	104	962.76	9.26	
รวม	134	3929.96	29.33	

*$p < .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

จากตารางที่ 4.22 พบว่า ขนาดเส้นรอบวงของเอวของกลุ่มที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกกับหลังให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.23 ตารางการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ของค่าเฉลี่ยขนาดเส้นรอบวงของเอว ซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกและหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด ไอโซเมตริก ตามวิธีของตูกี (เอ) [Tukey(a)]

		ก่อนฝึก	หลังฝึก 2 สัปดาห์	หลังฝึก 4 สัปดาห์	หลังฝึก 6 สัปดาห์	หลังฝึก 8 สัปดาห์
	ค่าเฉลี่ย (cm^3)	67.79	67.33	66.66	65.96	64.64
ก่อนฝึก	67.79		0.46	1.13	1.83	3.15*
หลังฝึก						
2 สัปดาห์	67.33			0.67	1.37	2.69*
4 สัปดาห์	66.66				0.70	2.02
6 สัปดาห์	65.96					1.32
8 สัปดาห์	64.64					

*p < .05

จากตารางที่ 4.23 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยขนาดเส้นรอบวงของเอว เมื่อนำมาวิเคราะห์เป็นรายคู่ ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 คู่หลังฝึก 2 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 และ 6 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และ 6 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ลดลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

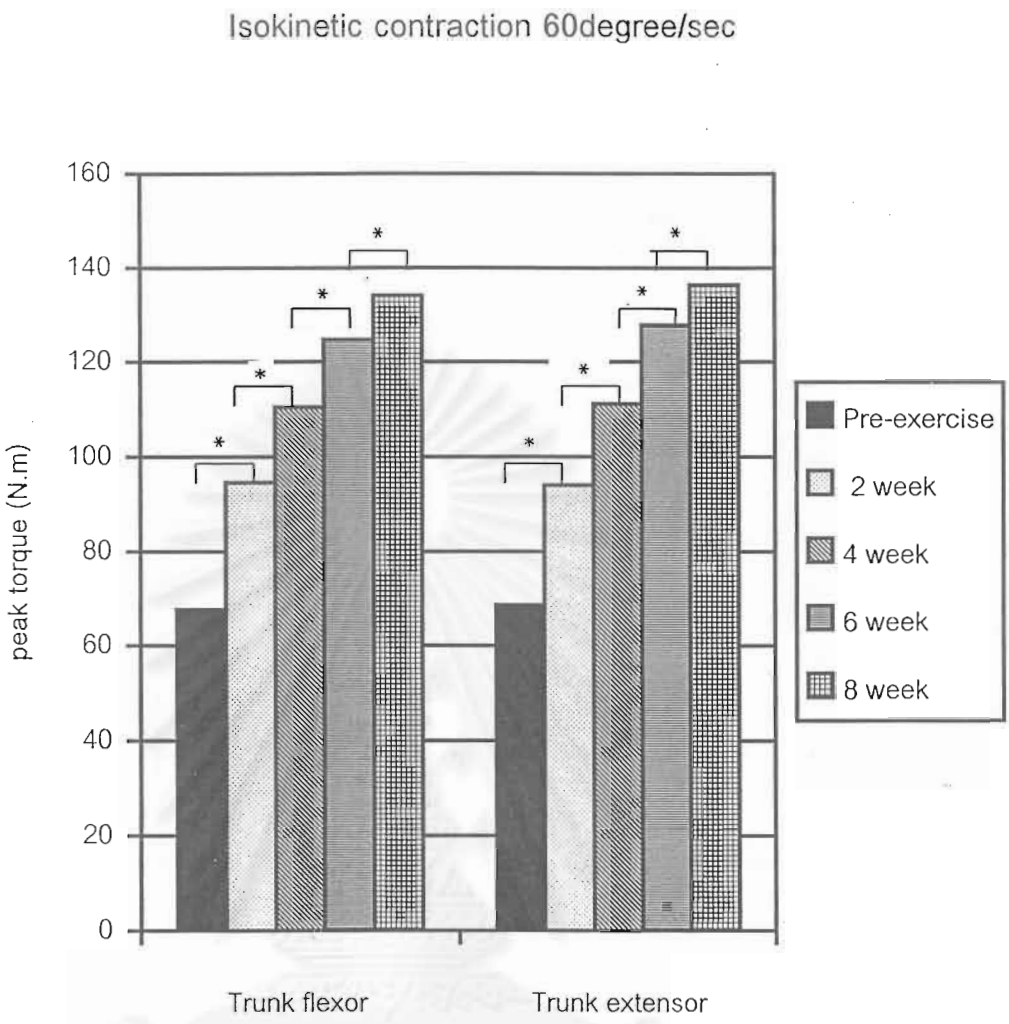
ตารางที่ 4.24 แสดงการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบการทดลองแบบชนิดวัดซ้ำที่มีมิติเดียวเพื่อทดสอบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยขนาดเส้นรอบวงของสะโพกซึ่งเป็นค่าก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ในกลุ่มที่มีการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด ไอโซเมตริก

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F
ระหว่างบุคคล	26	2440.74	93.87	
ภายในบุคคล	108	112.29	1.04	
ระหว่างทดสอบ	4	11.69	2.92	2.02
ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและระยะเวลาการทดสอบ	104	100.60	0.97	
รวม	134	2553.03	19.05	

$p > .05$ ($.05 F_{4,104} = 2.53$)

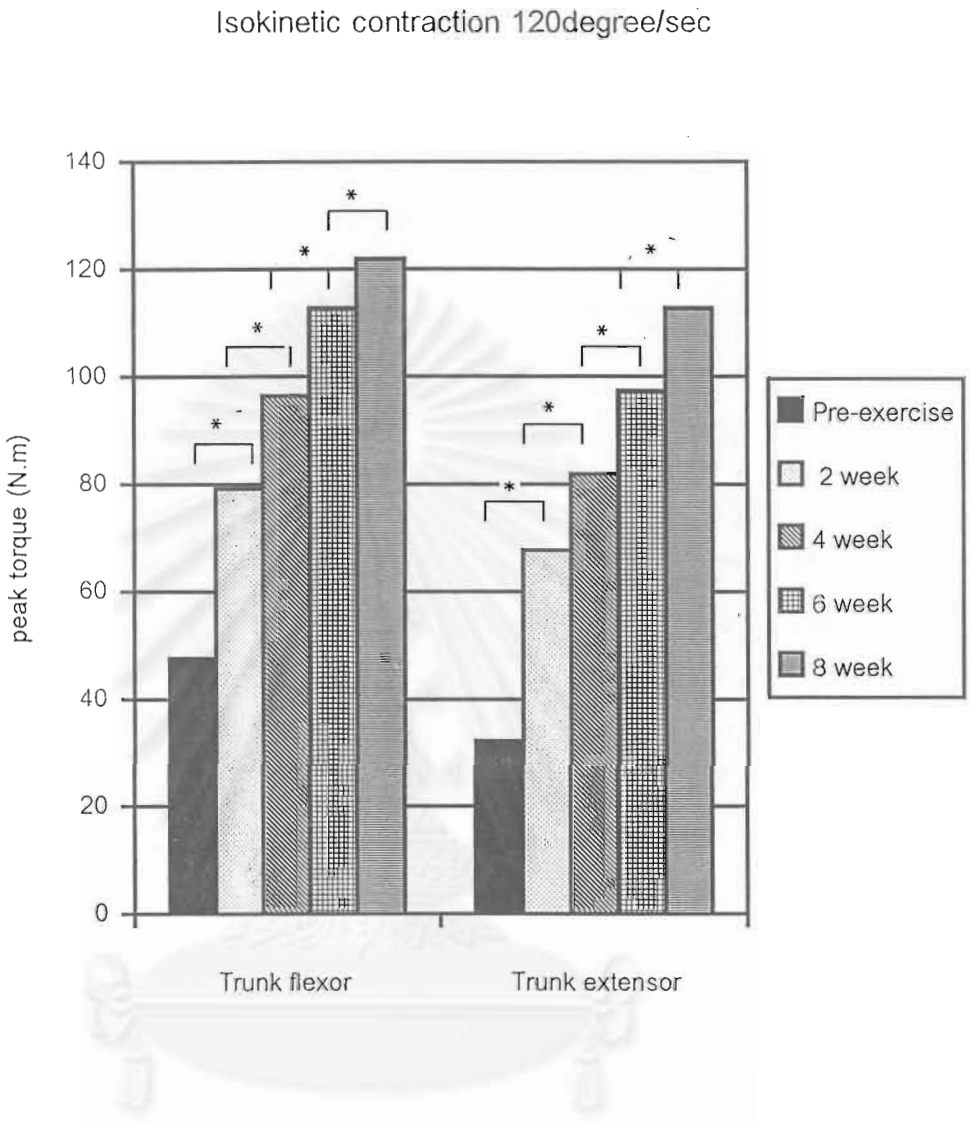
จากตารางที่ 4.24 พบว่า ขนาดเส้นรอบวงของสะโพกของกลุ่มที่ฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ระหว่างก่อนให้โปรแกรมฝึกกับหลังให้โปรแกรมฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ลดลงไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



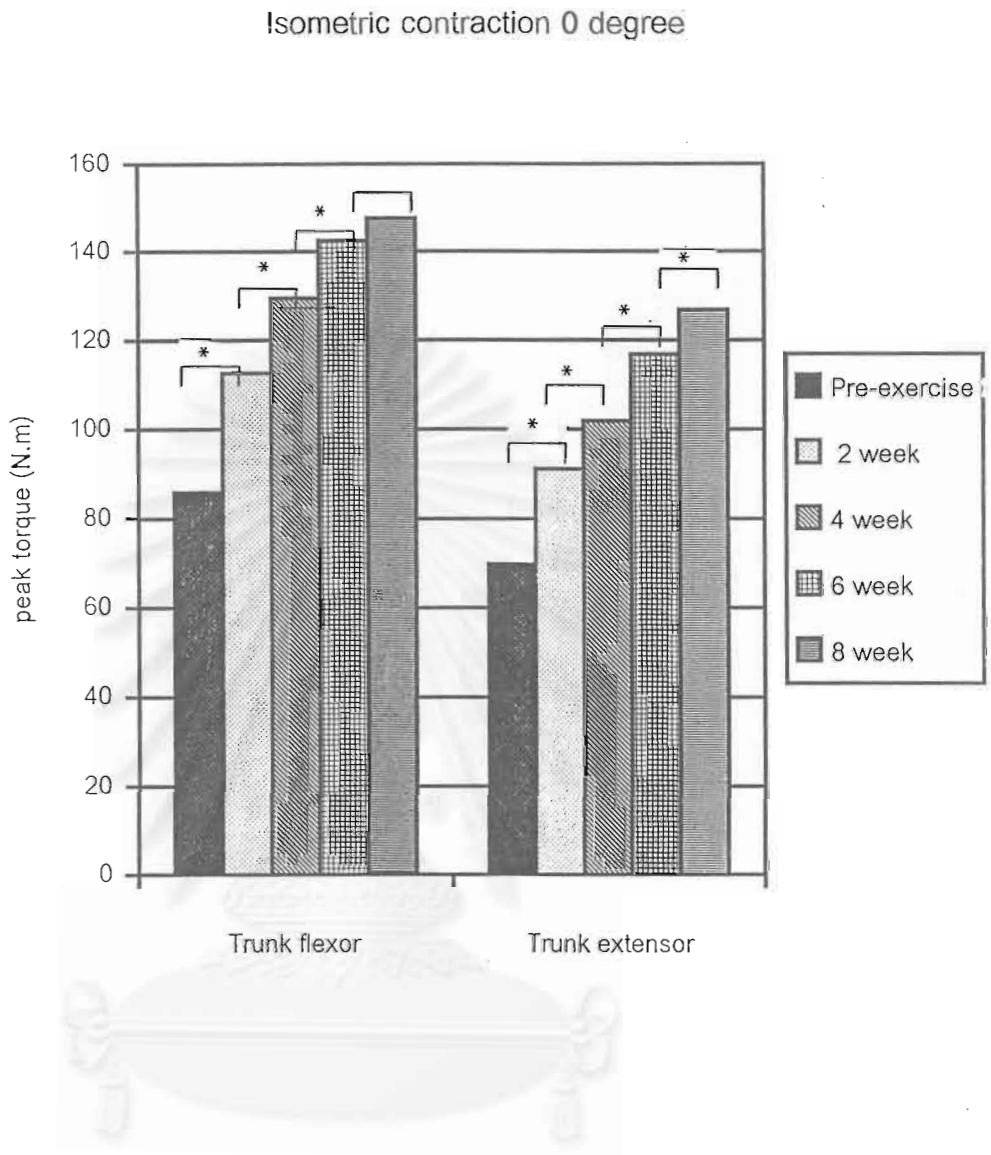
ภาพที่ 4.1 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ peak isokinetic torque ที่ความเร็ว 60° ต่อวินาทีของกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexor และtrunk extensor ก่อนและหลังการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด isometricระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทุกคู่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexor และtrunk extensor

(*$p < 0.05$ = significant different)



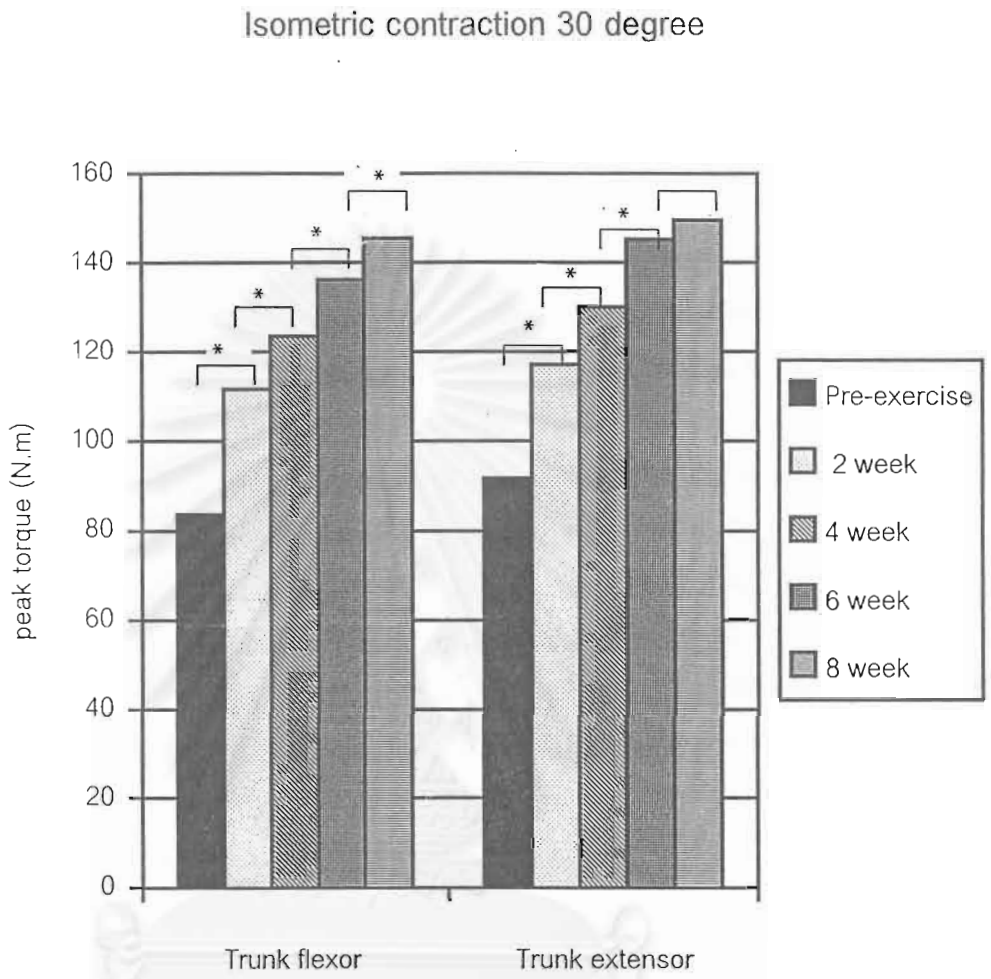
ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ peak isokinetic torque ที่ความเร็ว 120°ต่อวินาทีของกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexor และtrunk extensor ก่อนและหลังการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด isometricระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexor และtrunk extensor

(*$p < 0.05$ = significant different)



ภาพที่ 4.3 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ peak isometric torque ที่ 0° ของกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexor และtrunk extensor ก่อนและหลังการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด isometricระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทุกคู่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk extensor ยกเว้นในกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexor ระหว่างคู่หลังการฝึก6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

(*$p < 0.05$ = significant different)



ภาพที่ 4.4 เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของ peak isometric torque ที่ 30° ของกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexor และtrunk extensor ก่อนและหลังการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด isometricระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทุกคู่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งในกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexorยกเว้นในกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk extensor ระหว่างคู่หลังการฝึก6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ที่เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

(*$p < 0.05$ = significant different)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวกลุ่มงอลำตัวและเหยียดลำตัว ขณะทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคที่ความเร็ว 60°ต่อวินาที ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าแต่ละคู่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และเหยียดลำตัว ขณะทดสอบให้กล้ามเนื้อกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 120°ต่อวินาที ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการทดสอบเป็นรายคู่ในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลักการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าแต่ละคู่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และเหยียดลำตัว ขณะทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการทดสอบเป็นรายคู่ในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลักการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า แต่ละคู่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติยกเว้นในกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว ระหว่างคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและเหยียดลำตัว ขณะทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 30° ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการทดสอบเป็นรายคู่ในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลักการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าแต่ละคู่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ

.05 ยกเว้นในกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ระหว่างคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

5. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง (suprailiac) ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ในแต่ละช่วงเวลา ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่คู่ระหว่างหลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลักการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน (triceps) ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ในแต่ละช่วงเวลา พบว่ามีเพียงคู่ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7. ขนาดเส้นรอบวงของเอว ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่2 4 6 และสัปดาห์ที่ 8 ลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ในแต่ละช่วงเวลา พบว่าคู่ระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และ คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

8. ขนาดเส้นรอบวงของสะโพกระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การอภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

1. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ

1.1 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว ที่การทดสอบโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคใช้ความเร็วในการทดสอบที่ 60°ต่อวินาที และ 120°ต่อวินาที จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่าก่อนการฝึกกับภายหลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก มีผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้งในกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัวภายหลังการฝึก ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติคที่ความเร็ว 60°ต่อวินาที และ 120°ต่อวินาที เนื่องจากโปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิด ไอโซเมตริกที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นประกอบด้วยการใช้ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องแต่ละส่วนซึ่งประกอบด้วยท่า pelvic til , cross crunch และท่า semi-sit up เพื่อบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่าง แนวเฉียงและส่วนบนตามลำดับ ร่วมกับการใช้ท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง ได้แก่ ท่า prone trunk extension เพื่อบริหารกล้ามเนื้อหลังนั้น เป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อหลาย ๆ มัดได้ทำงานที่มุมต่าง ๆกันในแต่ละท่า จึงสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 60°ต่อวินาที และ 120°ต่อวินาที ซึ่งเป็นการเคลื่อนไหวที่ต่างจากการฝึกและเป็นการเคลื่อนไหวที่ความเร็วต่ำและสูงตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Takemasa และคณะได้ทำการศึกษาไว้ในปี 1995 ในคนไข้ที่มีอาการปวดหลัง โดยการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ซึ่งประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้อง 2 ท่า ร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง 2 ท่า พบว่าสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขณะที่กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว 60°ต่อวินาที ได้ภายหลังการให้โปรแกรมฝึกเป็นเวลา 1 เดือน ซึ่ง Takemasa และคณะได้ให้เหตุผลจากการให้โปรแกรมฝึกครั้งนี้ว่า การฝึกบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน โดยทำการฝึกบริหารกล้ามเนื้อแต่ละส่วนในท่าและมุมที่หลากหลายออกไปนั้น จะทำให้กล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ได้รับการฝึกถูกพัฒนาขึ้นพร้อม ๆ กัน ที่มุมต่าง ๆ กัน จึงส่งผลให้กล้ามเนื้อบริเวณนั้นแข็งแรงและมีประสิทธิภาพในการเคลื่อนไหวที่ดีขึ้น ซึ่งเป็นผลดีต่อการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน และเป็นผลดีต่อคนไข้ที่มีอาการปวดหลังที่จะช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันของคนไข้ให้ดีขึ้นด้วย

การศึกษาครั้งนี้ต้องการศึกษาถึงความก้าวหน้าของโปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น โดยการนำเอาท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องแต่ละส่วนมาใช้ฝึกร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง เพื่อให้กล้ามเนื้อแต่ละส่วนได้ทำงานในมุมที่ต่างกันและผู้วิจัยได้นำหลักของการเพิ่มความหนักและความนานของการออกกำลังขึ้นโดยใช้วิธีการเพิ่มจำนวนครั้งเพิ่มระยะเวลาเกร็งกล้ามเนื้อแต่ละครั้งและโดยการลดระยะเวลาในการพักลง ทุก 2 สัปดาห์ เพื่อให้กล้ามเนื้อได้ออกกำลังใกล้ความสามารถสูงสุดเมื่อกล้ามเนื้อมีการพัฒนาความแข็งแรงขึ้น จึงให้มีการทดสอบผลทุก ๆ 2 สัปดาห์หลังการฝึก 8 สัปดาห์ เพื่อประเมินผลความก้าวหน้าของโปรแกรมฝึก จึงนำ

ผลที่ได้มาทำการทดสอบความแตกต่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวในแต่ละสัปดาห์เป็นรายคู่ พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์ กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์ หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 และ คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่าแต่ละคู่สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 2 กลุ่ม ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อทำการทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็ว60°ต่อวินาที และ 120°ต่อวินาที (ภาพที่ 4.1 และ 4.2) แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นฝึกสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 2 กลุ่มขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ทั้งที่ความเร็ว60°ต่อวินาที และ 120°ต่อวินาที ภายหลังการฝึกเพียง 2 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฝึก และพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ กลุ่ม trunk flexor และกลุ่มเหยียดลำตัว ยังสามารถพัฒนาเพิ่มขึ้นทุก 2 สัปดาห์ภายหลังการฝึก จะเห็นได้จากเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 2 กลุ่มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งที่มีการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วสูงและความเร็วต่ำ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาความหนักและความนานขึ้นทุก 2 สัปดาห์มีประสิทธิภาพในการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 2 กลุ่มที่ความเร็วสูงและความเร็วต่ำได้ทุกๆ 2 สัปดาห์ที่มีการเปลี่ยนแปลงความหนักและความนานในการฝึก เช่นเดียวกับการศึกษาของ Muller และ Rehmert ปี 1958 ที่ทำการศึกษาถึงผลของการฝึกบริหารกล้ามเนื้อชนิดไอโซเมตริก พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการฝึกจะเพิ่มขึ้นได้เร็วขึ้นเมื่อให้กล้ามเนื้อได้ทำงานใกล้ความสามารถสูงสุด หรือให้ออกกำลัง 2 ใน 3 ของความสามารถที่ทำได้ และยังสามารถทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นได้ตลอดช่วงที่มีการฝึก ถ้าการฝึกนั้นได้กระทำในหลายท่าฝึกที่มุมต่างๆกัน โดยทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อ (muscle fiber) บริเวณที่ได้รับการฝึกมีขนาดโตขึ้น อันเป็นผลให้ความแข็งแกร่งตามมา การฝึกจึงควรฝึกอย่างจริงจังเป็นประจำและให้ติดต่อกันเป็นเวลานานพอจนกระทั่งเกิดความแข็งแกร่งคงตัวอยู่ในมัดกล้ามเนื้อนั้น ด้วยเหตุนี้จึงทำให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ผู้วิจัยได้นำเอาหลักการฝึกโดยให้ความหนักและความนานในการฝึกเพิ่มขึ้นมาช่วยให้กล้ามเนื้อได้ทำงานใกล้ความสามารถสูงสุดตลอดที่มีการฝึก จึงทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อ ในกล้ามเนื้อแต่ละมัดที่ได้รับการฝึกมีการพัฒนาความแข็งแรงขึ้นได้ตลอดช่วงที่มีการฝึก ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซคิเนติค ที่ความเร็วสูงและความเร็วต่ำซึ่งเป็นผลดีต่อการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำเมื่อพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นที่ความเร็วดังกล่าวทั้งในคนปกติและคนไข้ที่มีอาการปวดหลังเพราะจะช่วยปรับปรุงการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันให้ดีขึ้นได้

ที่น่าสังเกต คือ โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกครั้งนี้ มีท่าบริหารกล้ามเนื้อหลังเพียง 1 ท่า แต่ยังสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ได้ตลอดช่วงที่มีการฝึก 8 สัปดาห์ เพราะการฝึกออกกำลังเฉพาะส่วนเมื่อทำการฝึกบริหารหลาย ๆ ท่าจะสามารถเพิ่มความแข็งแรงได้เร็วขึ้น เนื่องจากกล้ามเนื้อแต่ละส่วนที่ได้รับการฝึกจะถูกพัฒนาขึ้น

พร้อม ๆ กันขณะที่มีการบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้อง กล้ามเนื้อหลังซึ่งเป็นกลุ่มกล้ามเนื้อที่ทำงานตรงกันข้ามยังสามารถออกกำลังได้ด้วยจากการถูกยืดจากการศึกษาของ Joseph (1995) จึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้กล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวแข็งแรงขึ้นตลอดช่วงที่มีการฝึกถึงแม้จะทำการฝึกเพียงที่เดียว

1.2 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และ กลุ่มเหยียดลำตัวที่ทำการทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ขณะงอและเหยียดลำตัวที่ 0° และ 30° จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติก่อนการฝึกกับหลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก สัปดาห์ที่ 2,4,6 และ 8 พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 2 กลุ่ม เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 2 กลุ่มภายหลังการฝึก ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกโดยให้เกร็งกล้ามเนื้อค้างไว้ขณะงอและเหยียดลำตัวที่ 0° และ 30° ซึ่งเป็นมุมเดียวกับที่ใช้ในการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวแต่ละท่า เนื่องจากโปรแกรมที่ใช้ในการบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้น ประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องแต่ละส่วนร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง เป็นการฝึกให้กล้ามเนื้อแต่ละมัดฝึกเกร็งกล้ามเนื้อที่มุมต่าง ๆกัน ดังนี้ ท่า pelvic tilt ฝึกที่ 0° ท่า cross crunch ฝึกที่ 30° และท่า semi- sit up ฝึกที่ 30° ซึ่งเป็นท่าบริหารกล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัวร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง ท่า prone trunk extension ฝึกที่ 0° เป็นท่าที่ใช้บริหารกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว โดยเฉพาะ จึงสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้งในกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ที่ 0° และ 30° ซึ่งเป็นมุมเดียวกับที่ใช้ในการฝึกได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Takemasa และคณะ ปี 1995 ที่ทำการศึกษาถึงผลของการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ในคนไข้ที่มีอาการปวดหลังที่ท่าและมุมต่าง ๆ กัน พบว่าสามารถ เพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะกล้ามเนื้อหดตัวมุมเดียวที่ทำการฝึกได้ เนื่องจากการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก เป็นการฝึกบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะที่ และที่ผ่านมาการนำเอาท่าบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะที่มาใช้ในการฝึกมีผลต่อการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนที่ต้องการฝึกได้ เนื่องจาก muscle fiber ในกล้ามเนื้อแต่ละมัดได้รับการปรับปรุงขึ้นภายหลังการฝึก Peaulchek (1994) กล่าว

เมื่อนำผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว มาทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ เพื่อประเมินความก้าวหน้าจากการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยเน้นท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องร่วมกับกล้ามเนื้อหลัง ในมุมที่ต่าง ๆ กัน ดังที่กล่าวแล้วข้างต้น ร่วมกับการนำหลักการเพิ่มความหนักและความนานในการฝึกขึ้นทุก 2 สัปดาห์ ได้ผลดังนี้

- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ขณะงอและเหยียดลำตัวที่ 0° เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่พบว่า ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2,4,6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4,6 และ 8 คู่หลังฝึก 4 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่าง

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยกเว้น ในกล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัว พบว่าคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05 (ภาพที่ 4.3) จากผลการเปรียบเทียบในแต่ละคู่เพื่อดูผลความก้าวหน้าจากการฝึก แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ที่ 30^0 แต่ที่ 0^0 สามารถเพิ่มความแข็งแรงกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 2 กลุ่ม ขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° หลังการฝึก 2 สัปดาห์ และสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อได้ตลอดช่วงที่มีการฝึกนาน 8 สัปดาห์ จะเห็นได้จากการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปาดห์ที่ 2 4 6 และ 8 ที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

แต่เมื่อระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น จากการฝึกตามความหนักและความนานที่กำหนดให้ฝึกทุก 2 สัปดาห์พบว่าระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อมีการพัฒนาช้าลงทั้งขนาดกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกและไอโซคิเนติค จะเห็นได้จากระดับการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ที่ 0° ระหว่างคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นน้อยต่างจากการเปลี่ยนแปลงในคู่ก่อนฝึกกับหลังการฝึก 2 สัปดาห์และคู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 พบว่ากล้ามเนื้อทั้งสองกลุ่มตอบสนองต่อการฝึกได้เร็วในช่วงแรกของการฝึก (ภาพที่ 4.3) จะเห็นได้จากความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มมากในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 หลังจากนั้นจะค่อย ๆ เพิ่มน้อยลงในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัว หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นแต่พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังที่ Hettinger และ Muller (1985) กล่าวไว้ว่า โดยทั่วไปกล้ามเนื้อที่อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมหรือแข็งแรงน้อยจะตอบสนองต่อการฝึกได้รวดเร็ว แต่เมื่ออยู่ในสภาพดีหรือแข็งแรงมากขึ้นก็จะตอบสนองต่อการฝึกช้าลง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้การฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทำได้ยากขึ้นเมื่อระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นใกล้ขั้นสุดท้าย ดังนั้นจากผลการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ที่ 0° แสดงให้เห็นว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัว ได้รับการพัฒนาใกล้จุดสูงสุดหลังการฝึก 6 สัปดาห์ จึงทำให้ระดับความสามารถในการเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่ม งอลำตัว หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 น้อยลง

- ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัว ที่ทำการทดสอบให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริกโดยให้เกร็งกล้ามเนื้อค้างไว้ขณะงอและเหยียดลำตัวที่ 30° เมื่อนำมาทดสอบความแตกต่างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเป็นรายคู่ พบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 2 กลุ่ม ระหว่างคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2,4,6 และ 8 คู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4,6 และ 8 คู่หลังฝึก 4 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ 30° ยกเว้นกล้ามเนื้อกลุ่มกลุ่มเหยียดลำตัว ที่พบว่าคู่หลังการฝึก 6 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นจากผลการเปรียบเทียบเพื่อดูผลความก้าวหน้าจากการฝึกในแต่ละสัปดาห์ แสดงให้เห็นว่า หลังการให้โปรแกรมฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก 2 สัปดาห์ก็สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวกลุ่มงอลำตัวและกลุ่ม

เหยียดลำตัวที่ 30° องศาและสามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อทั้ง 2 กลุ่มได้ตลอดช่วงที่มีการฝึก 8 สัปดาห์ ดังจะเห็นได้จากผลการเปรียบเทียบระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ที่พบว่าความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าหลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ซึ่งประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัว และกลุ่มเหยียดลำตัว ที่ 0° และ 30° สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวทั้ง 2 กลุ่มขณะกล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ 0° และ 30° ซึ่งเป็นมุมเดียวกับที่ทำการฝึกได้ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Takimasa และคณะ เมื่อปี 1995 ที่พบว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวด้วยท่าบริหารที่มุมต่าง ๆ สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อในมุมที่ทำการฝึกได้ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่ต้องการฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงเป็นพิเศษในมุมที่ต้องการ

เมื่อระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นเข้าใกล้ขีดสูงสุด จะส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อพัฒนาช้าลงจะเห็นได้จากการศึกษาของ Hettinger และ Muller ปี 1953 ในกลุ่มที่ทำการฝึกให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก ด้วยความหนัก 2 ใน 3 ของความสามารถสูงสุดครั้งละ 6 วินาที ทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นสัปดาห์ละ 5 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้นพบว่าความสามารถในการเพิ่มความแข็งแรงเหลือเพียงสัปดาห์ละ 2 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาครั้งนี้ก็เช่นกัน การฝึกตามความหนักและความนานที่กำหนดให้ฝึกทุก 2 สัปดาห์ พบว่า ระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว มีการพัฒนาช้าลง จะเห็นได้จากระดับความแข็งแรงของกล้ามเนื้อจะเพิ่มมากขึ้นหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 และ 4 หลังจากนั้นจะค่อย ๆ เพิ่มได้น้อยลงในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัวช่วงระหว่างหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 กับหลังฝึก 8 สัปดาห์เพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างทางสถิติเมื่อทำการทดสอบให้เหยียดกล้ามเนื้อลำตัวที่ 30° (ภาพที่ 4.4) และเนื่องจากโปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ครั้งนี้มีท่าบริหารกล้ามเนื้อหลังเพียงท่าเดียว คือท่า prone trunk extension ซึ่งเป็นท่าที่ใช้ฝึกกล้ามเนื้อกลุ่มเหยียดลำตัว ที่ 0° ส่งผลให้ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อกลุ่มนี้พัฒนาได้น้อยที่ 30°

3. ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

3.1 บริเวณหน้าท้อง ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้ในการออกกำลัง จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ก่อนการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก กับภายหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก โดยใช้ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องเป็นหลักร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลังมีผลต่อการลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณ suprailiac และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ในแต่ละช่วงเพื่อศึกษาความก้าวหน้าจากการฝึก พบว่าระหว่างคู่ก่อนฝึกกับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ 8 คู่หลังฝึก 2 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และ 8 ลดลงแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่ระหว่างคู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับคู่หลังฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 คู่หลังฝึก 6 สัปดาห์กับหลังฝึกสัปดาห์

ที่ 8 ลดลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05 หลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ซึ่งประกอบด้วยท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้อง 3 ท่าร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง 1 ท่า สามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลัง หลังการฝึก 2 สัปดาห์ และลดลงเป็นลำดับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 6 และสัปดาห์ที่ 8 เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนฝึก แต่คู่หลังการฝึก 4 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ลดลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า หลังฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกผ่านไป 4 สัปดาห์ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องลดลงแต่ไม่แตกต่างทางสถิติที่ระดับ .05 จากที่มีความเชื่อกันว่าถ้าให้ออกกำลังกายเฉพาะที่จะสามารถลดไขมันเฉพาะส่วนที่ออกกำลังลงได้ ซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับการใช้พลังงานของร่างกายที่แสดงให้เห็นว่าขบวนการสลายไขมัน (lypolysis) ที่เกิดจากการกระตุ้นของระบบประสาทซิมพาเตติก (sympathetic nerve) และจากการใช้พลังงานที่มากขึ้นในการเคลื่อนไหวขณะออกกำลังกายจะกระตุ้นการกระจายตัวของกรดไขมันทั่วร่างกายเพื่อนำไปใช้พลังงาน ดังนั้นบริเวณใดที่มีไขมันเพิ่มขึ้นมากหรือมีenzymeมากก็จะเป็นแหล่งที่ให้ปริมาณกรดไขมันมาก เช่นเดียวกับบริเวณหน้าท้องมีการกระจายตัวของกรดไขมันมาก Williams และ Wilkins กล่าวในปี1996 ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องลดลงภายหลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้อง แต่ยังไม่มีหลักฐานที่แน่นอนที่จะสรุปว่ากรดไขมัน หรือขนาดของเซลล์ไขมันบริเวณที่ออกกำลังจะถูกเคลื่อนย้ายหรือลดลงไปมากกว่าบริเวณอื่นที่ไม่ได้ออกกำลัง

Katch ได้ทำการศึกษา ในปี 1984 พบว่าขนาดและจำนวนของเซลล์ไขมันบริเวณหน้าท้องลดลงหลังออกกำลังโดยการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องแต่ก็ไม่แตกต่างกับบริเวณก้นและบริเวณสะบักซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลัง เพราะฉนั้นเหตุผลอย่างหนึ่งที่ทำให้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณที่ออกกำลังลดลงเป็นเพราะกล้ามเนื้อที่กระชับขึ้นจากการที่ใยกล้ามเนื้อแข็งแรงและขยายใหญ่ขึ้นซึ่งพบว่าความแข็งแรงของกล้ามเนื้อที่เพิ่มขึ้นหลังการฝึก 2 สัปดาห์สัมพันธ์กับความหนาของไขมันบริเวณหน้าท้องที่ลดลงหลังการฝึก 2 สัปดาห์ ดังนั้นเมื่อกล้ามเนื้อแข็งแรงกระชับขึ้นส่งผลให้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง ซึ่งเป็นไขมันใต้ผิวหนังส่วนที่หย่อนที่เราสามารถจับได้ขณะวัดด้วย caliper น้อยลงเช่นเดียวกับงานวิจัยของ Mohr ในปี1965ที่พบว่าการบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องชนิดไอโซเมตริก เป็นเวลา 6 วันต่อสัปดาห์สามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง ซึ่งเป็นบริเวณที่ออกกำลังได้จากการวัดผลความหนาของไขมันใต้ผิวหนังด้วย caliper และจากการศึกษาของ Olson และ Edelstein ปี 1968 พบว่าการออกกำลังโดยให้น้ำหนักต้านบริเวณแขน สามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณ triceps ซึ่งเป็นบริเวณกล้ามเนื้อแขนที่ใช้ยกน้ำหนักขณะออกกำลังลงได้เช่นกัน Matthews และ Cross ได้ทำการศึกษาในปี 1991 การฝึกโดยใช้ความหนัก 2 ใน 3ของความสามารถสูงสุดที่สามารถทำได้เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ร่วมกับการใช้หลังการเพิ่มความหนักทุกสัปดาห์สามารถลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึกได้เช่นเดียวกับโปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่อาศัยหลักการเพิ่มความหนักทุก 2 สัปดาห์เพื่อให้กล้ามเนื้อได้ทำงานใกล้ความสามารถสูงสุดตลอดช่วงที่มีการฝึก ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณหน้าท้องแข็งแรงกระชับขึ้น ส่งผลให้ความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องลดลงภายหลังการฝึก

3.2 บริเวณใต้ท้องแขน ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลังจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ8พบว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขน เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กล่าวได้ว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณใต้ท้องแขนซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลังเพิ่มขึ้นหลังการฝึก และเมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างเป็นรายคู่ พบว่าความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณ triceps เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนฝึกกับหลังการฝึก 8 สัปดาห์ ซึ่งแตกต่างจากความหนาของไขมันบริเวณหน้าท้อง ที่ลดลงภายหลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ไปแล้ว 8 สัปดาห์ สอดคล้องกับการทดลองของ Olson and Edelstienในปี 1968 ที่แสดงให้เห็นว่าความหนาของไขมันบริเวณกล้ามเนื้อใต้ท้องแขนข้างที่ได้รับการฝึกลดลงขณะที่ความหนาของไขมันของแขนข้างที่ไม่ได้รับการฝึกเพิ่มขึ้นภายหลังการฝึกโดยใช้น้ำหนักช่วยเป็นเวลา 6 สัปดาห์ เนื่องจากกล้ามเนื้อบริเวณที่ได้รับการฝึกแข็งแรงขึ้นจะส่งผลให้เส้นใยกล้ามเนื้อบริเวณนั้นกระชับขึ้นทำให้ความหนาของไขมันซึ่งอยู่ใต้ผิวหนังบริเวณที่ได้รับการฝึกลดลง แต่บริเวณที่ไม่ได้รับการฝึกมีความหนาของไขมันใต้ผิวหนังมากขึ้น ซึ่งเป็นความหนาของไขมันใต้ผิวหนังส่วนที่หย่อนและสามารถจับได้

4. ขนาดเส้นรอบวง

4.1 บริเวณเอว จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 2 4 6 และ8 ลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก มีผลต่อการลดขนาดเส้นรอบวงของเอวภายหลังการฝึก และเมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างแต่ละช่วงที่ฝึกเป็นรายคู่ พบว่ามีเพียงคู่ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 และคู่หลังการฝึก 2 สัปดาห์กับหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 ที่ทำให้ขนาดเส้นรอบวงของเอวลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ซึ่งเป็นการฝึกเฉพาะส่วนสามารถลดขนาดเส้นรอบวงของเอวซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับการออกกำลังได้หลังการฝึก 8 สัปดาห์ เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ และจากการศึกษาของ Mohr ในปี 1985 พบว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องโดยให้กล้ามเนื้อหดตัวชนิดไอโซเมตริก เป็นเวลา 6 วันต่อสัปดาห์ สามารถลดขนาดเส้นรอบวงของเอวลงได้ และจากงานวิจัยของ Matthews และ Cross ในปี1991 โดยการใช้น้ำหนักในการออกกำลัง ให้ยก 10 ครั้ง จากน้ำหนักที่ยกได้เต็มที่ 15 ครั้ง และจะเพิ่มน้ำหนักทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 9 สัปดาห์ โดยใช้ท่าฝึกบริหารกล้ามเนื้อ 8 ส่วน ประกอบด้วยท่าที่ใช้ฝึกกล้ามเนื้อ ต้นแขนด้านหลัง ขา น่อง หน้าอก หน้าท้อง หลัง ไหล่ และบริเวณต้นแขนหน้า เพื่อเปรียบเทียบขนาดเส้นรอบวงบริเวณกล้ามเนื้อที่ใช้ในการฝึก 8 ส่าน พบว่ามีเพียงบริเวณไหล่ที่มีขนาดเส้นรอบวงเพิ่มขึ้น นอกจากนั้นพบว่าสามารถลดขนาดเส้นรอบวงลงได้ช่วยให้สามารถเปลี่ยนสัดส่วนของร่างกายในผู้หญิงได้โดยไม่ทำให้กล้ามเนื้อบริเวณที่ออกกำลังใหญ่ขึ้น แต่จะทำให้กล้ามเนื้อบริเวณนั้นกระชับและแข็งแรงขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้ที่พบว่าหลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ทำให้ขนาดเส้นรอบวงของเอวลดลง สัมพันธ์กับ

ขนาดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้อง ที่ลดลงหลังการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้ออกกำลังทั้ง 2 ส่วน

4.2 บริเวณสะโพกจากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบว่า ก่อนการฝึกกับหลังการฝึกสัปดาห์ 2 4 6 และสัปดาห์ที่ 8 ลดลงแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า การฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ที่ประกอบด้วยท่ายริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องแต่ละส่วนร่วมกับท่าบริหารกล้ามเนื้อหลังไม่มีผลต่อการลดขนาดเส้นรอบวงของสะโพกภายหลังการฝึก8 สัปดาห์ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Katch และคณะปี 1984 พบว่าการฝึกบริหารกล้ามเนื้อท่า sit-up ด้วยจำนวนครั้งมาก ๆ สามารถลดขนาดเส้นรอบวงของสะโพกได้แต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ทั้งนี้เนื่องท่าบริหารที่ใช้ในการฝึกมีผลต่อการใช้กล้ามเนื้อสะโพกน้อยแต่จะมีผลต่อกล้ามเนื้อหน้าท้องโดยตรง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ ไม่มีผลต่อการลดขนาดเส้นรอบวงของสะโพก

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ไขมันในระดับจุลกายวิภาคศาสตร์หรือการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีการทำงานของ enzyme ในขบวนการ lypolysis

2. ควรทดลองนำโปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกที่ผู้วิจัยกำหนดขึ้นไปใช้ในคนไข้ปวดหลังแล้วศึกษาผลความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและความสามารถในการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวัน

3. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบโปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกกับโปรแกรมอื่นที่มีการลดระยะเวลาของการฝึกและมีผลต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัวและรูปร่าง

สรุป

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการสนับสนุนการฝึกบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วน พบว่ากล้ามเนื้อแข็งแรง กระชับมากขึ้น และไขมันใต้ผิวหนังลดลงในบริเวณที่ออกกำลัง โดยการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการที่จะนำเอาโปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อชนิดไอโซเมตริก ไปใช้ฝึกบริหารกล้ามเนื้อเฉพาะส่วนโดยใช้หลักการค่อย ๆเพิ่มความหนักแพิ่มระยะเวลาและให้มีท่าบริหารหลาย ๆท่าเพื่อให้กล้ามเนื้อและข้อต่อได้เคลื่อนไหวในมุมที่ต่างกันไปใช้ในโปรแกรมฝึกเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อช่วยให้กล้ามเนื้อกระชับและลดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณที่มีการออกกำลัง

เอกสารอ้างอิง

David H. Isokinetic assessment and exercise of the trunk. In: David H, editor. *Isokinetic exercise and assessment.* Illinois: Human Kinetics Publishers, 1993:175-92.

Davies GJ, Gould JA. Trunk testing using prototype Cybex II dynamometer stabilization system. *J Orthop Sports Phys Ther* 1982;3:164-70.

Estlander AM, Mellin G, Vanharanta H. Effects and follow-up of a multimodel treatment program including intensive physical training for low back pain patients. *Scand J Rehabil Med* 1991;23:97-102.

Flint M. Effect of increasing back and abdominal muscle strength on low-back pain. *Res Q* 1995;79:160-71.

Gwinup G. Thickness of subcutaneous fat and activity of underlying muscle. *Ann Intern Med* 1971;74:408.

Hemborg B, Moritz U, Hamberg J, Lowing H, Akessen I. Intra-abdominal pressure and trunk muscle activity during lifting-effect of abdominal muscle training in healthy subjects. *Scand J Rehabil Med* 1983;15:183-96.

John M, Ensor T. Treatment of lumbar disc disease. In: Darlene DC, editor. *Backache.* Toronto: Maple Press, 1997:393-413.

Joseph R, Steven H, Steven H, Thomas G, Ronald J, Troy P. The effects of spinal flexion and extension exercises and their associated postures in patients with acute low-back pain. *Spine* 1995;20:2303-12.

Katch FI. Effect of situp exercise training on adipose cell size and adiposity. *Res Q Exerc Sport* 1984;55:242.

Khalil TM, Asfour SS, Martinez LM, Raly SM, Rosomoff HL. Stretching in the rehabilitation of low back pain patients. *Spine* 1992;17:311-7.

Krotkiewski M. The effect of unilateral isokinetic strength training on local adipose and muscle tissue morphology, thickness and enzymes. *Eur J Appl Physiol* 1979; 22:221.

Langrana N, Lee CK. Isokinetic evaluation of trunk muscles. *Spine* 1994;9:171-5.

Manniche C, Lundberg E, Christensen I, Bentzem L, Hesselsoe G. Intensive dynamic back exercises for chronic low-back pain : a clinical trial. *Pain* 1991;47: 53-63.

Mc Kenzie Ra. The lumbar spine. In: Mc Kenzie Ra, editor. *Mechanical diagnosis and therapy*. Waikanae: New Zealand Spinal Publication, 1981:71-85.

Mohr DR. Changes in waistline and abdominal girths and subcutaneous fat following isometric exercise. *Res Q* 1965;35:168-73.

Nachemson AL, Lindh M. Measurement of abdominal and back muscle strength with and without low-back pain. *Scand J Rehabil Med* 1969;1:60-5.

Olson AL, Edelstein E Spot reduction of subcutaneous adipose tissue. *Res Q* 1968; 39:647-52.

Paulchek S. Scientific back training correspondence course direction. In: Paulchek S, editor. *Scientific back training*. Peaul street: Suite,1994: 8-51.

Paulchek S. Scientific abdominal training correspondence course direction. In: Paulchek S, editor. *Scientific abdominal training*. Peaul street: Suite,1993: 5-42.

Robey FB. Effects of exercise on regional subcutaneous fat accumulation. *Res Q* 1982; 33:273-8.

Schade M, Hellebrandt FA, Waterland JC. Spot reducing in overweight college women *Res Q* 1982;33:461-71.

Takemasa R, Yamamoto H, Tani T. Trunk muscle strength in and effect of trunk muscle exercise for patients with chronic low-back pain. *Spine* 1995;20:2522-30.

Thomas TR, Ridder MB. Resistance exercise program effects on abdominal function and physique. *J Sports Med* 1989;29:45-8

Vivian H, Lisa M. Applied body composition assessment. In: Vivian H, editor. *Body composition methodology*. United states: America,1996:1-19.

Williams PC. Causes and conservative treatment. In: Williams PC, editor. Low back and neck pain. Illinois: Charls C Thomas,1982:126-37.

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข้อปฏิบัติของผู้เข้ารับการทดสอบ

1. อาหารประจำต้องไม่เปลี่ยนแปลงให้ผิดไปจากเดิมมาก
2. งดการออกกำลังกายอย่างหนัก อย่างน้อย 24 ชั่วโมง
3. งดกินยาที่มีฤทธิ์ยืดยาว
4. พักผ่อนให้เพียงพอ นอนหลับอย่างน้อย 8 ชั่วโมง

วันที่มาทดสอบ

1. ชั่งน้ำหนักตัว วัดขนาดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณหน้าท้องกับบริเวณใต้ท้องแขนด้านหลังและวัดขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพก ก่อนรับประทานอาหารเช้าหลังจากถ่ายอุจจาระและปัสสาวะเรียบร้อยแล้ว
2. วัดส่วนสูงและคำนวณหาดัชนีมวลกาย
3. ควรรับประทานอาหารหนักอย่างน้อย 2-3 ชั่วโมง ก่อนทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว
4. ห้ามกินยาหรือสิ่งกระตุ้น เช่น ชา กาแฟ บุหรี่
5. เตรียมเครื่องแต่งกายให้พร้อม

ในระหว่างการทดสอบ

1. ไม่ส่งเสียงดังหรือหยอกล้อกัน
2. ถ้ารู้ตัวว่า มีสิ่งหนึ่งสิ่งใด กระทบกระเทือนต่อการทดสอบให้แจ้งเจ้าหน้าที่
3. ตั้งใจทำการทดสอบอย่างเต็มความสามารถ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

แบบบันทึกผลการทดสอบผลการฝึกกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริก

ชื่อ-สกุล _____ ลำดับที่ _____

วัน/เดือน/ปีเกิด _____

อายุ_____ปี

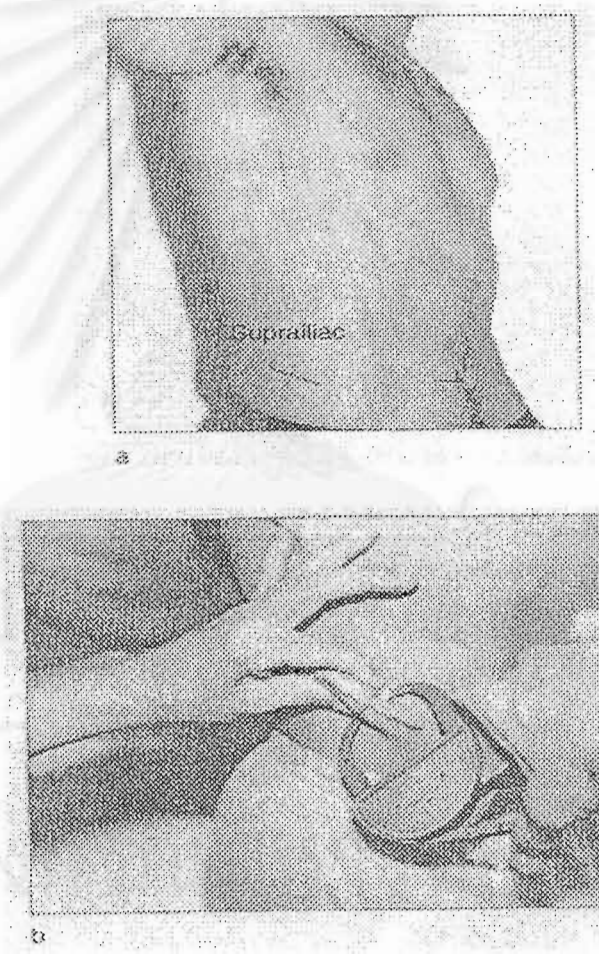
ลำดับ	รายการ	Pre-test	Week 2	Week 4	Week 6	Week 8
1.	น้ำหนัก (กิโลกรัม)					
2.	ส่วนสูง (เมตร)					
3.	BMI (กิโลกรัม/เมตร^2)					
4	ขนาดเส้นรอบวงของเอว (เซนติเมตร)					
5.	ขนาดเส้นรอบวงของสะโพก (เซนติเมตร)					
6.	ความหนาของไขมันใต้ท้องแขน(มิลลิเมตร)					
7.	ความหนาของไขมันบริเวณหน้าท้อง (มิลลิเมตร)					
8.	ISOKINETIC(flex/exten) PEAK TORQUE 60° (นิวตันเมตร)					
9.	ISOKINETIC (flex/exten) PEAK TORQUE 120° (นิวตันเมตร)					
10.	ISOMETRIC (flex / exten) PEAK TORQUE 0° (นิวตันเมตร)					
11.	ISOMETRIC (flex / exten) PEAK TORQUE 30° (นิวตันเมตร)					

ภาคผนวก ค

1. วิธีการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

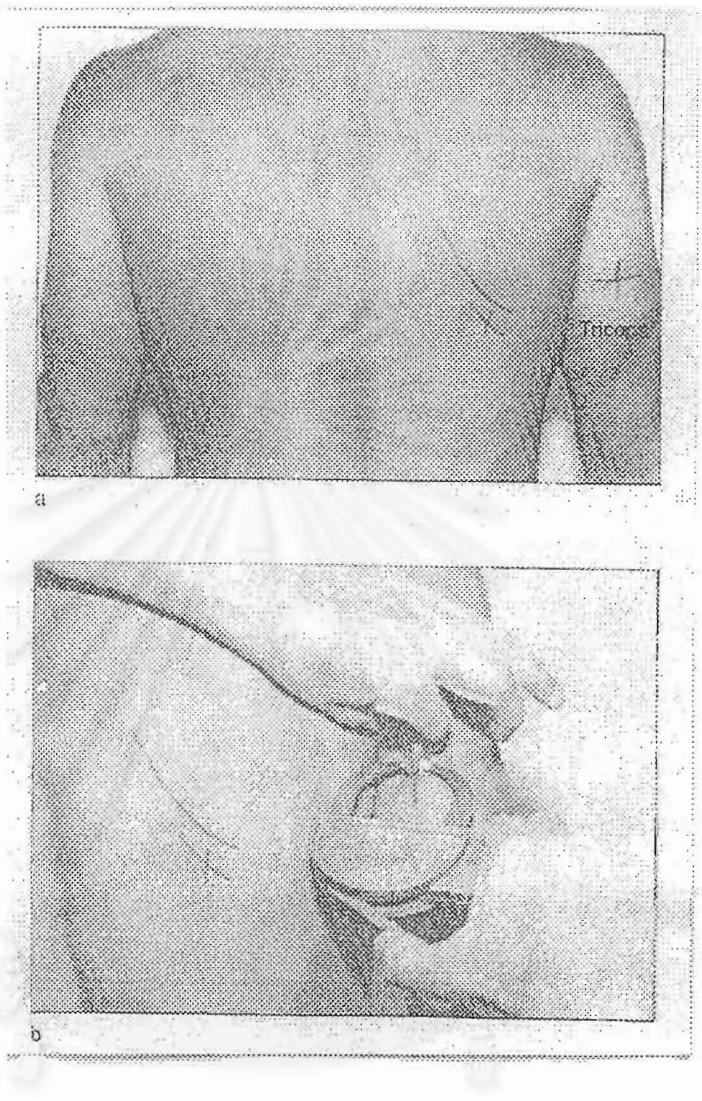
จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้ จะทำการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง 2 ตำแหน่งด้วยกัน คือ

1. การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังตำแหน่งบริเวณหน้าท้อง (suprailiac) ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้ในการออกกำลังกาย ภาพที่1



ภาพที่1. a แสดงตำแหน่งบริเวณ suprailiac b แสดงการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณ suprailiac

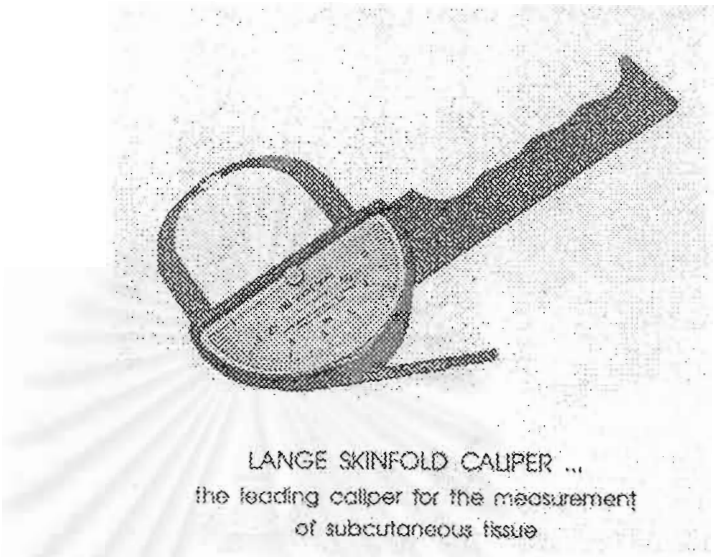
2.การวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังตำแหน่งบริเวณใต้ท้องแขนบนด้านหลัง(triceps) ซึ่งเป็นบริเวณที่ไม่ได้ออกกำลังกาย ภาพที่2



<u>ภาพที่2</u> a แสดงตำแหน่งบริเวณ triceps b แสดงการวัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนังบริเวณ triceps

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทั้ง 2 ตำแหน่งจะใช้อุปกรณ์เครื่องคาลิเปอร์ที่เรียกว่า เลนจ์ คาลิเปอร์ (Lange Skinfold Calipers Cambridge Scientific Industrices, Inc, Cambridge, Margkland) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่มีความแม่นตรงไม่แตกต่างกับคาลิเปอร์ชนิดอื่นดังภาพที่3.



ภาพที่3. เครื่อง lange skinfold caliper ใช้วัดความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง

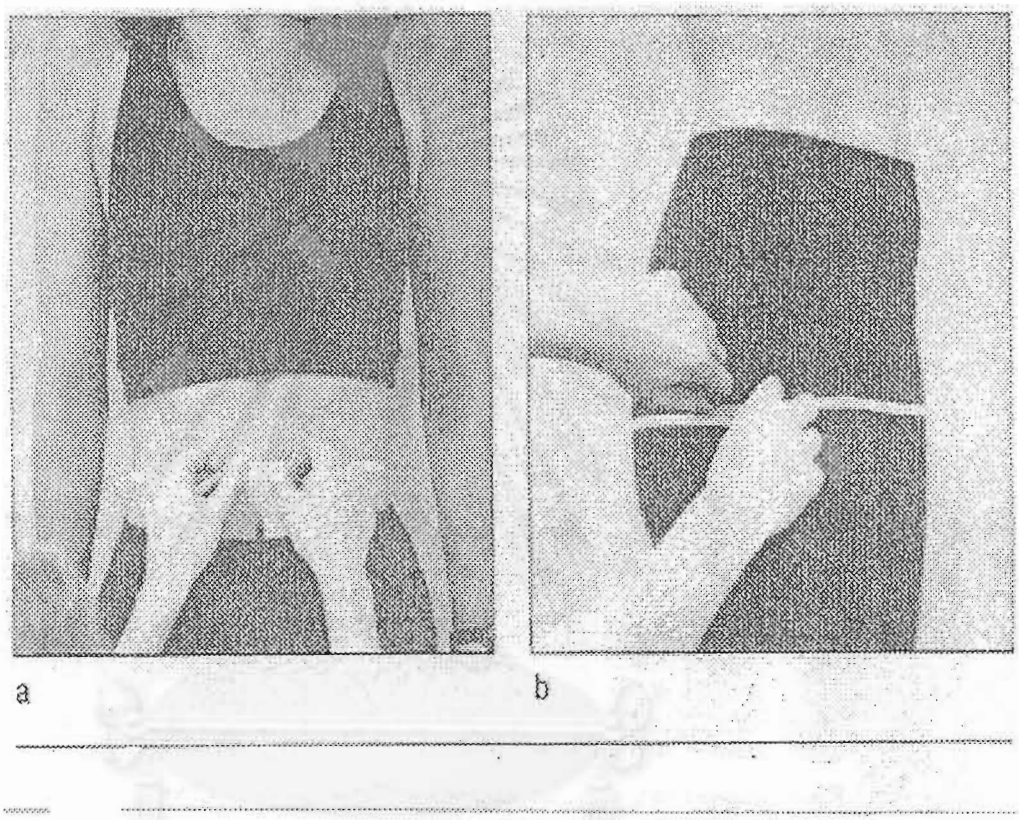
อุปกรณ์ คาลิเปอร์ (caliper) มีแรงกดเพียง 10 กรัมต่อตารางมิลลิเมตร ($10\ g/mm^2$) มีการตรวจสอบอุปกรณ์ทุกครั้งก่อนใช้

วิธีการ การวัดความหนาของผิวหนังนั้นส่วนที่วัดคือ ไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous adipose tissue) ตำแหน่งของผิวหนังที่ใช้คือ หน้าท้องจะวัดที่จุดลากจากกลางของระดับสะดือห่างจากกระดูกสะโพกขึ้นไปข้างบน 1 นิ้ว และที่ตำแหน่งใต้ท้องแขนท่อนบนด้านหลังจากการวิจัยพบว่าผิวหนังกล้ามเนื้อแขนท่อนบนด้านหลังเป็นตำแหน่งที่ดีที่สุดในการวัดไขมันหรือความอ้วนของแต่ละบุคคล สำหรับการวัดนั้นที่จุดกึ่งกลางผิวหนังที่อยู่ระหว่างหัวไหล่กับข้อศอก โดยใช้มือบีบผิวหนังขึ้นมาโดยการหยิบผิวหนังด้วยนิ้วชี้กับนิ้วหัวแม่มือเท่ากันประมาณแล้วใช้คาลิเปอร์วัดความหนาของผิวหนัง โดยการจับไขมันใต้ผิวหนัง ไม่จับกล้ามเนื้อขึ้นมาด้วย ซึ่งอาจตรวจสอบได้โดยให้ผู้ถูกทดสอบเกร็งกล้ามเนื้อส่วนนั้นในขณะที่จับจะทำให้รู้สึกว่าจับกล้ามเนื้อขึ้นมาด้วยหรือไม่ เมื่อใช้หัวแม่มือและนิ้วชี้จับใต้ผิวหนังความหนาของไขมันใต้ผิวหนัง คือ ความหนาที่อยู่กลางท้องสองด้านของเครื่องวัด มีหน่วยการวัดเป็นมิลลิเมตร ทำการวัดตำแหน่งละ 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 5 วินาที เพื่อให้กล้ามเนื้อคลายตัว แล้วนำค่าทั้ง 3 ครั้งมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

2. การวัดขนาดเส้นรอบวงของเอวและสะโพก

อุปกรณ์ ใช้สายวัด ซึ่งมีหน่วยเป็น เซนติเมตร

วิธีการ การวัดส่วนรอบของร่างกายจากการศึกษาครั้งนี้ จะทำการวัดขนาดเส้นรอบวง 2 ตำแหน่ง ดังภาพที่4



ภาพที่4. A. แสดงการวัดขนาดเส้นรอบวงของเอว จะใช้ตำแหน่งที่วัดผ่านรอบสะดือ b. แสดงการวัดขนาดเส้นรอบวงของสะโพกจะวัดโดยผ่านกล้ามเนื้อสะโพก ซึ่งเป็นบริเวณที่กว้างที่สุดของสะโพก

การใช้เครื่อง Cybex II dynamometer 6000 ในการทดสอบความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว

1. เพื่อหาค่า isokinetic peak torque ที่ความเร็ว 60° กับ 120° ต่อวินาที
    1. เปิด power on เครื่อง software เข้าสู่
    2. system menu เลือก cybex application กด enter
    3. เลือก test program กด enter
    4. ใส่ข้อมูลของคนไข้และรายละเอียดเกี่ยวกับการทดสอบประกอบด้วย
        - ชื่อ นามสกุล น้ำหนักตัว
        - ตำแหน่งที่จะทดสอบเลือก 0119-trunk flexion/extension
        - รูปแบบการทดสอบเลือก Isokinetic
        - ชนิดของการเคลื่อนไหว เลือก concentric / concentric
        - กลุ่มกล้ามเนื้อที่จะทดสอบเลือก flexors / extensor
        - ชนิดของวิธีการ เลือก client กด enter ทุกครั้ง เมื่อต้องการใส่ข้อมูลแต่ละตัว กด F12 เพื่อ save ข้อมูล
    5. กำหนดวิธีการที่ต้องการใช้ทำการทดสอบกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัวที่ความเร็ว 60° และ 120° ต่อวินาทีดังต่อไปนี้

เซต	1	2
ความเร็ว (ขณะงอลำตัว)	60° / วินาที	120° / วินาที
ความเร็ว (ขณะเหยียดลำตัว)	60° / วินาที	120° / วินาที
จำนวนครั้งที่ทดสอบ	4 ครั้ง	4 ครั้ง
พัก	60 วินาที	60 วินาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. จัดท่าทางของคนไข้เข้ากับเครื่องทดสอบ

นำเครื่องทดสอบกล้ามเนื้อหลังประกอบกับ dynamometer ที่เชื่อมอยู่กับ computer ล๊อกเครื่องทดสอบให้มั่นคง ให้คนไข้ยืนบนเครื่องโดยจัดคนไข้ในท่ายืน ดังภาพ

- ปรับให้เท้าทั้ง 2 ข้างให้สูงขึ้นในแนวดิ่งให้ระดับของกรดูกสันหลังส่วนเอว บริเวณ (L_4-L_5) อยู่ในระดับแกนหมุนของเครื่องมือ อ่านค่าตัวเลขความสูงของเท้าบันทึกในเครื่อง computer พร้อมกับรัดเข็มขัดบริเวณเอวผ่านกระดูกเชิงกราน

- ปรับความสูงของเข่าทั้ง 2 ข้างให้อยู่ตรงบริเวณข้อพับ ล๊อกต้นขาบน พร้อมทั้งล๊อกบริเวณหน้าแข็งตรงกระดูก tibial อ่านค่าตัวเลขความสูงของข้อพับบันทึกในเครื่อง computer

- ปรับความสูงของเอวให้อยู่ที่ระดับของกระดูกสันหลังส่วนเอว บริเวณ L_4-L_5 ดูให้ระนาบหน้าหลังสมดุลกัน และให้อยู่ในระดับเดียวกับแกนของเครื่องมืออ่านค่าตัวเลขความสูงบริเวณเอวบันทึกใน computer

- ปรับระดับความสูงขงไหล่ตรงสะบัก (scapular) มีสายรัดตรงไหล่และบริเวณหน้าอก ล๊อกบริเวณหน้าอก บันทึกความสูงระดับไหล่ในเครื่อง computer กด F12 เพื่อ saveข้อมูล

7. จัดท่าทางของคนไข้ท่าปกติเลือก Change Anatomical Zero กด enter

- ให้คนไข้ยืนในท่าปกตินิ่ง 2 วินาที เครื่องจะขึ้นเลข 0 มีเสียงเตือนจากเครื่อง กด F12 เพื่อ save ข้อมูล

8. จัดท่าทางเพื่อกำหนดช่วงของการเคลื่อนไหว (range of motion) ขณะงอลำตัวและเหยียดลำตัว

- จัดท่าขณะงอลำตัว เลือก range of motion stops เลือก flexion stop กด enter ให้คนไข้เหยียดลำตัวไปที่ 40°แล้วให้ค้างไว้ 2วินาที เครื่องจะมีสัญญาณเตือนให้ล๊อก dynamometer โดยใช้ตัวล๊อก X กด F12

- จัดท่าขณะเหยียดลำตัวเลือก range of motion stops เลือก extension stop กด enter ให้คนไข้เหยียดลำตัวไปที่ 20° แล้วให้ค้างไว้ 2วินาที เครื่องจะมีสัญญาณเตือนให้ล๊อก dynamometer โดยใช้ตัวล๊อก O กด F12 เพื่อ save ข้อมูล

9. ให้คนไข้ทำการทดสอบตามวิธีการในข้อ 5 เพื่อหาค่า isokinetic peak torque ของกล้ามเนื้อกลุ่ม trunk flexer และกลุ่ม trunk extenser ดังต่อไปนี้

- วอร์ม-อัพที่ความเร็ว 60° / วินาที 3 ครั้ง
- ทดสอบจริงที่ความเร็ว 60°/วินาที 4 ครั้ง
- พัก 60 วินาที
- วอร์ม-อัพที่ความเร็ว 120° / วินาที 3 ครั้ง
- ทดสอบจริงที่ความเร็ว 120° / วินาที 4 ครั้ง
- พัก 60 วินาที
- สิ้นสุดการทดสอบ

10. บันทึกข้อมูลการทดสอบ เลือก save test data กด enter

11. พิมพ์รายงานผลการทดสอบ เลือก print short report กด enter

2. ทดสอบหาค่า isometric peak torque ที่ 0° กับ 30°

1. วิธีการข้อ 1-4 เหมือนกับการทดสอบ isokinetic peak torque ยกเว้นรูปแบบการทดสอบเลือก isometric

2. กำหนดวิธีการที่ต้องการใช้ในการทดสอบกล้ามเนื้อกลุ่มงอลำตัวและกลุ่มเหยียดลำตัวที่ 0° กับ 30° ดังต่อไปนี้

เซต	1	2
มุม	0°	30°
เวลา (ในการเกร็งกล้ามเนื้อ)	5 วินาที	5 วินาที
จำนวนครั้ง	4 ครั้ง	4 ครั้ง
แต่ละครั้งพัก	15 วินาที	15 วินาที
พักระหว่างเซต	30 วินาที	30 วินาที

3. ข้อ 6-7 การจัดท่าทางของคนไข้เข้ากับเครื่องและการจัดท่าทางของคนไข้ในท่าปกติเพื่อตั้ง anatomical zero ปฏิบัติเหมือนกันการทดสอบ isokinetic

4. การจัดท่าทางเพื่อกำหนดช่วงของการเคลื่อนไหว (rang of motion) ขณะงอและเหยียดลำตัว

- จัดท่าทางของคนไข้ขณะงอลำตัว เลือก rang of motion stops เลือก flexion stop กด enter พร้อมกับให้คนไข้งอลำตัวไปที่มุม 30° แล้วค้างไว้ 2 วินาที เครื่องจะมีสัญญาณเตือนให้ล๊อก dynaometer โดยใช้ตัวล๊อก X แล้วกด F12

- จัดท่าทางของคนไข้ขณะเหยียดลำตัว เลือก rang of motion stops เลือก extension stop กด enter พร้อมกับให้คนไข้เหยียดลำตัวไปที่มุม 30° แล้วค้างไว้ 2 วินาที เครื่องจะมีสัญญาณเตือนให้ล๊อก dynamometer โดยใช้ตัวล๊อก O กด F12 เพื่อ save ข้อมูล

5. ให้คนไข้ทำการทดสอบตามวิธีการทดสอบที่กำหนดขึ้นดังกล่าวข้างต้น เพื่อหาค่า r isometric peak torque ของกล้ามเนื้อกลุ่ม flexer และกลุ่ม externser ดังต่อไปนี้

- วอร์ม-อัพที่มุม 0° 3 ครั้ง

- ทดสอบจริงที่ 0° 4 ครั้ง โดยให้งอลำตัวและเหยียดลำตัวสลับกันแต่ละครั้ง เกร็งค้างไว้ 5 วินาที พักครั้งละ 15 วินาที จนครบ 4 ครั้ง พัก 30 วินาที ระหว่างเปลี่ยนมุมการทดสอบเป็น 30°

- วอร์ม-อัพ ที่มุม 30° 3 ครั้ง

- ทดสอบจริงที่มุม 30° 4 ครั้ง โดยให้งอลำตัวและเหยียดลำตัวสลับกันแต่ละครั้งเกร็งค้างไว้ 5 วินาที พักครั้งละ 15 วินาที จนครบ 4 ครั้ง พัก 30 วินาที

- สิ้นสุดการทดสอบ

6. บันทึกข้อมูลการทดสอบ เลือก save test data กด enter

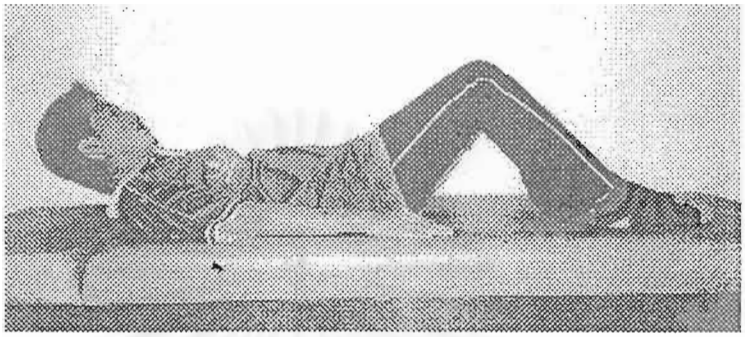
7. พิมพ์รายงานผลการทดสอบ เลือก print short report กด enter

8. จบการทำงาน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

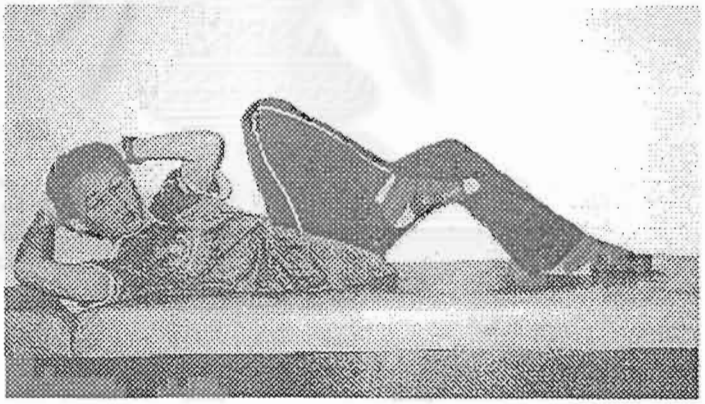
โปรแกรมการฝึกบริหารกล้ามเนื้อลำตัวชนิดไอโซเมตริกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นประกอบด้วยท่าบริหาร 4 ท่าตามลำดับดังภาพที่ 1-4

ภาพที่ 1 ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนล่าง (pelvic tilt)



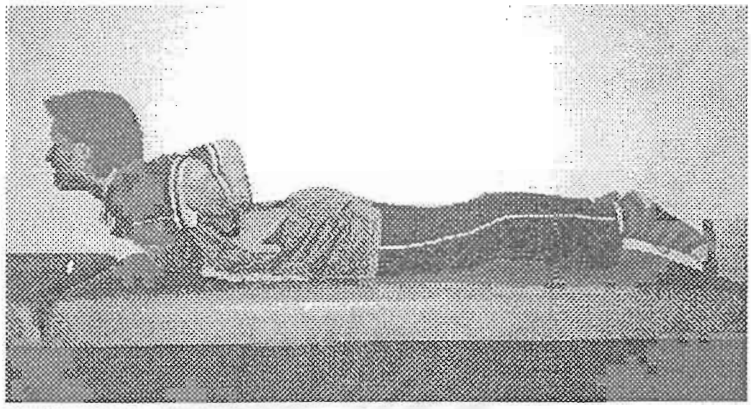
นอนหงาย ชันเข่าทั้ง 2 ข้าง เกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้องขมิบก้นพร้อมกับกระดกเชิงกรานขึ้นเล็กน้อย ขณะโก่งหลังให้กดลงบนที่นอน

ภาพที่ 2 ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องแนวเฉียง (cross crunch)



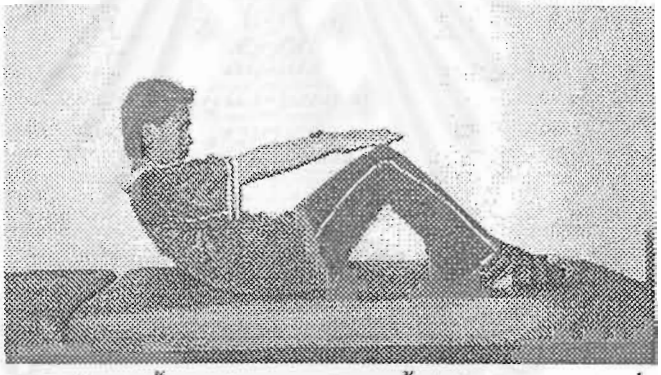
นอนหงาย ชันเข่าวางเท้าราบกับพื้น มือทั้งสองประสานกันไว้หลังศีรษะ เกร็งตัวลุกขึ้นนั่ง ~30° โดยเอื้อมตัวให้ศอกข้างขวาไปแตะกับเข่าข้างซ้าย และให้ศอกซ้ายไปแตะกับเข่าข้างขวาทำสลับกัน

ภาพที่ 3 ท่าบริหารกล้ามเนื้อหลัง (prone trunk extension)



นอนคว่ำบนหมอน แขนทั้งสองข้างไขว้ไว้ด้านหลัง ยกศีรษะและบ่าขึ้น เกร็งไว้ให้หลังเหยียดตรงที่ 0°

ภาพที่ 4 ท่าบริหารกล้ามเนื้อหน้าท้องส่วนบน (semi-sit up)

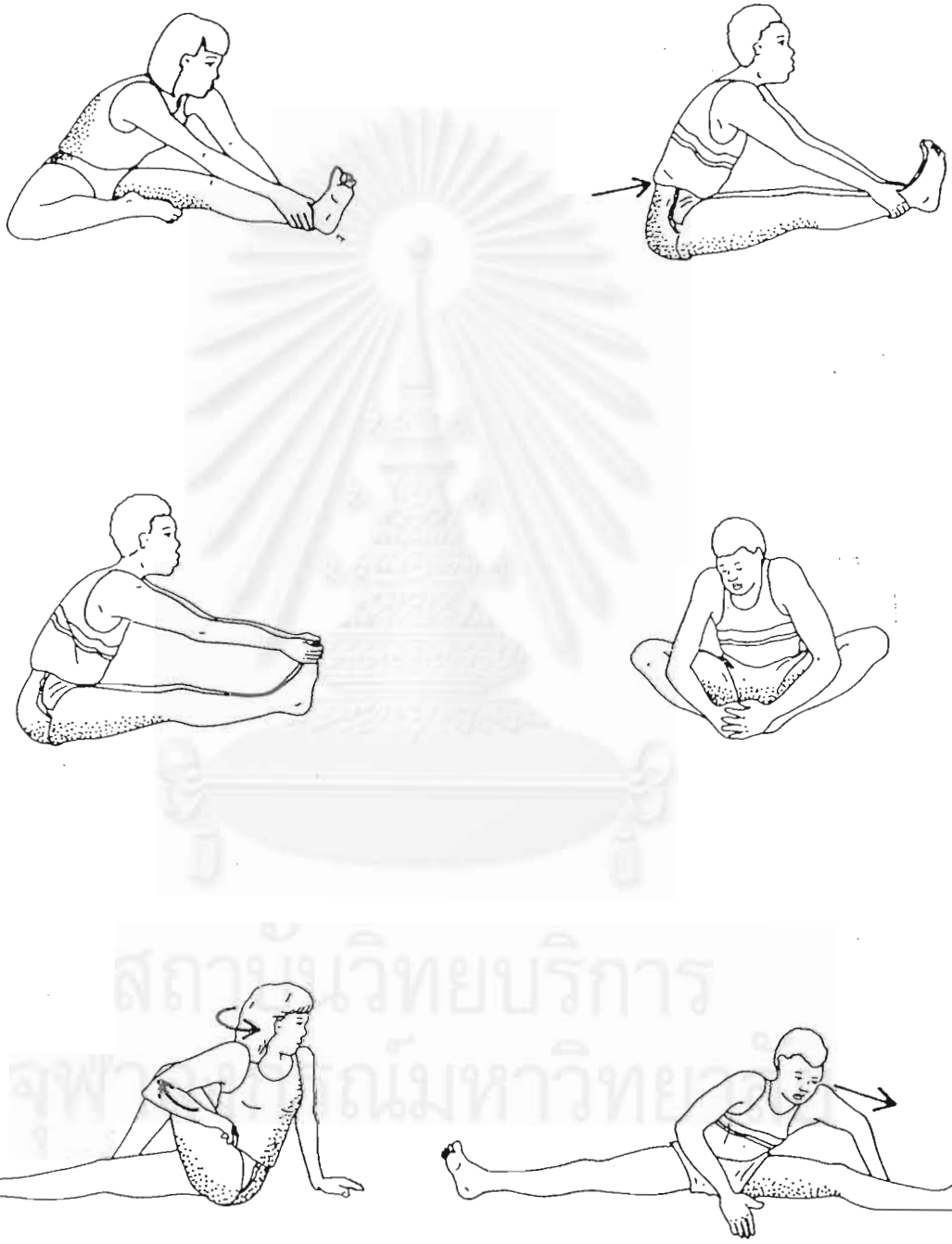


นอนหงาย ชันเข่าทั้งสองข้าง ยกศีรษะขึ้นให้หลังงอ 30° ยื่นมือไปแตะเข่าพร้อมกับเกร็งกล้ามเนื้อหน้าท้อง

โดยกำหนดความหนักเบาของการฝึกในแต่ละสัปดาห์ โดยใช้หลักค่อย ๆ เพิ่มน้ำหนัก เพิ่มระยะเวลาการฝึก (progressive resistive exercise) ดังนี้

สัปดาห์ที่ 1-2 ฝึกท่าละ 2 ชุด ๆละ 10 ครั้ง เกร็งครั้งละ 5 วินาที พัก 10 วินาที
สัปดาห์ที่ 3-4 ฝึกท่าละ 2 ชุด ๆละ 10 ครั้ง เกร็งครั้งละ 5 วินาที พัก 5 วินาที
สัปดาห์ที่ 5-6 ฝึกท่าละ 2 ชุด ๆละ 15 ครั้ง เกร็งครั้งละ 5 วินาที พัก 10 วินาที
สัปดาห์ที่ 7-8 ฝึกท่าละ 2 ชุด ๆละ 15 ครั้ง เกร็งครั้งละ 5 วินาที พัก 5 วินาที

โดยทำการฝึกสัปดาห์ละ 5 วัน วันจันทร์- ศุกร์ เวลา 7.00น- 7.45น ก่อนและหลังการฝึกต้องยืดเหยียดกล้ามเนื้อลำตัวและกล้ามเนื้อ hamstring ครั้งละประมาณ 5-10 นาทีดังท่าประกอบข้างล่าง



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลสถานภาพพื้นฐานของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ลำดับที่	อายุ (ปี)	ส่วนสูง (cm^3)	BMI (Kg/m^2)	น้ำหนัก (Kg)	ไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณหน้าท้อง (mm)	ไขมันใต้ผิวหนัง บริเวณใต้ท้องแขน (mm)	ขนาดเส้นรอบวงของเอว (cm^3)	ขนาดเส้นรอบวงสะโพก (cm^3)
1	30.00	165.00	19.90	54.10	23.00	19.00	73.00	90.00
2	25.00	156.00	18.40	57.20	13.00	16.00	70.50	85.50
3	29.00	155.00	20.60	47.20	20.00	20.00	73.00	89.00
4	25.00	156.00	19.50	47.00	13.00	24.00	66.50	87.00
5	25.00	155.00	19.20	49.00	22.00	35.00	73.00	87.00
6	39.00	154.00	20.50	49.00	22.00	20.00	70.00	90.50
7	25.00	158.00	20.20	58.00	25.00	20.00	66.50	92.00
8	32.00	152.00	21.30	44.00	12.50	16.00	61.00	89.00
9	40.00	158.00	22.40	43.00	14.50	15.00	61.50	89.00
10	40.00	156.00	23.60	43.50	21.00	21.00	67.00	87.40
11	40.00	149.00	21.60	40.00	16.00	16.00	74.00	87.50
12	27.00	155.00	17.90	46.00	17.00	17.00	69.50	97.20
13	31.00	160.00	18.00	49.00	10.00	19.00	70.20	86.00
14	27.00	168.00	19.10	62.50	16.00	20.00	67.50	85.00
15	25.00	165.00	19.10	57.00	16.00	23.00	67.70	88.00
16	29.00	166.00	22.10	52.30	9.00	22.00	67.00	82.00
17	33.00	160.00	20.90	52.60	14.00	23.00	76.00	85.00
18	28.00	163.00	19.00	52.60	25.00	17.00	63.50	89.50
19	35.00	159.00	19.30	53.70	22.00	18.00	60.50	90.50
20	35.00	147.00	20.40	48.40	7.50	21.00	68.50	87.00
21	31.00	156.00	20.60	57.40	16.50	20.00	70.00	87.30
22	34.00	158.00	23.20	53.80	16.50	21.00	76.00	90.50
23	25.00	155.00	19.00	49.80	17.00	23.00	65.00	89.50
24	25.00	157.00	17.20	45.40	14.00	16.00	59.00	99.00
25	25.00	158.00	19.80	51.10	15.00	27.00	71.00	86.50
26	27.00	152.00	23.50	45.00	27.00	12.00	64.00	96.00
27	26.00	158.00	19.60	48.10	14.50	22.00	59.00	99.00

ภาคผนวก ฉ

ข้อมูลสถานภาพพื้นฐานของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อลำตัว

ลำดับที่	กลุ่มงอลำตัวที่ 60^0/ วินาที (N.m)	กลุ่มเหยียดลำตัวที่ 60^0/ วินาที (N.m)	กลุ่มงอลำตัวที่ 120^0/ วินาที (N.m)	กลุ่มเหยียดลำตัวที่ 120^0/ วินาที (N.m)	กลุ่มงอลำตัวที่ 0^0 (N.m)	กลุ่มเหยียดลำตัวที่ 0^0 (N.m)	กลุ่มงอลำตัวที่ 30^0 (N.m)	กลุ่มเหยียดลำตัวที่ 30^0 (N.m)
1	30.00	76.00	80.00	58.00	78.00	84.00	88.00	93.00
2	69.00	92.00	36.00	77.00	78.00	82.00	100.0	89.00
3	48.00	43.00	14.00	23.00	77.00	81.00	97.00	91.00
4	66.00	42.00	65.00	28.00	97.00	82.00	98.00	92.00
5	63.00	85.00	50.00	48.00	99.00	83.00	94.00	104.00
6	95.00	63.00	48.00	34.00	80.00	83.00	94.00	74.00
7	63.00	62.00	47.00	32.00	79.00	80.00	85.00	91.00
8	58.00	62.00	27.00	31.00	84.00	80.00	84.00	107.00
9	66.00	87.00	50.00	24.00	79.00	66.00	93.00	97.00
10	95.00	65.00	53.00	2.00	82.00	42.00	44.00	100.00
11	63.00	95.00	50.00	58.00	70.00	38.00	44.00	81.00
12	38.00	82.00	46.00	53.00	84.00	50.00	63.00	103.00
13	95.00	43.00	53.00	6.00	79.00	80.00	96.00	97.00
14	91.00	80.00	28.00	14.00	90.00	63.00	89.00	82.00
15	63.00	47.00	10.00	63.00	69.00	61.00	71.00	76.00
16	76.00	65.00	53.00	28.00	77.00	68.00	96.00	100.00
17	68.00	91.00	69.00	8.00	98.00	64.00	87.00	106.00
18	82.00	48.00	30.00	54.00	78.00	70.00	70.00	97.00
19	72.00	43.00	40.00	47.00	69.00	65.00	102.0	77.00
20	59.00	91.00	48.00	10.00	92.00	59.00	82.00	107.00
21	55.00	91.00	50.00	24.00	71.00	70.00	77.00	77.00
22	58.00	59.00	47.00	9.00	87.00	80.00	92.00	70.00
23	58.00	40.00	50.00	27.00	104.00	63.00	85.00	102.00
24	89.00	85.00	85.00	43.00	107.00	78.00	87.00	93.00
25	38.00	61.00	54.00	5.00	102.00	72.00	82.00	87.00
26	57.00	91.00	40.00	20.00	95.00	68.00	80.00	84.00
27	65.00	62.00	62.00	46.00	115.00	72.00	80.00	99.00

ประวัติผู้เขียน

นางสาว เพ็ญพักตร์ หนูผุด เกิดวันที่ 6 เมษายน พ. ศ. 2517 ที่อำเภอ ควนขนุน จังหวัดพัทลุง สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล ปีการศึกษา 2539 และได้เข้ารับการศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเวชศาสตร์การกีฬา คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2539 ปัจจุบันช่วยงานวิจัยเกี่ยวกับการทดสอบสมรรถภาพทางกายของประชาชนไทย ฝ่ายทดสอบสมรรถภาพทางกาย การกีฬาแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย